



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica



Universidad de Sevilla

**Proyecto de implantación de 20, 99 ha de olivar en riego por
goteo en la finca “Las Ánimas” en el T.M. de Hinojos (Huelva).
Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas
productivos: intensivo y superintensivo**

Directores:

Eusebio Carmona Chiara

María Teresa Moreno Aguirre

Autor:

Adrián Ramírez Santos

Sevilla a 5 de septiembre de 2017

Índice

Documento 1: Memoria	1
Anejos a la Memoria	1
Anejo 1: Estudio climático	19
Anejo 2: Estudio edafológico.....	35
Anejo 3: Análisis del agua de riego.....	47
Anejo 4:Diseño de la plantación	59
Anejo 5: Técnicas de cultivo	75
Anejo 6: Diseño del riego	99
Anejo 7: Fertirrigación.....	139
Anejo 8: Maquinaria.....	153
Anejo 9: Estudio económico.....	173
Documento 2: Planos	203
Plano 1: Situación	207
Plano 2: Emplazamiento	208
Plano 3: Curvas de nivel	209
Plano 4: Plantación en sistema intensivo	210
Plano 5: Sectores de riego en sistema intensivo	211
Plano 6: Subsectores de riego en sistema intensivo	212
Plano 7: Red de riego (red primaria y secundaria) en sistema intensivo	213
Plano 8: Red de riego (tuberías portalaterales y portagotos) en sistema intensivo	214
Plano 9: Plantación en sistema superintensivo	215
Plano 10: Sectores de riego en sistema superintensivo	216
Plano 11: Subsectores de riego en sistema intensivo	217
Plano 12: Red de riego (red primaria y secundaria) en sistema superintensivo	218
Plano 13: Red de riego (tuberías portalaterales y portagotos) en sistema superintensivo	219

Documento nº 1: Memoria descriptiva

1. Antecedentes

La realización del presente proyecto ha sido encargada por el propietario de la finca “Las Ánimas”, situada en el término municipal de Hinojos (Huelva).

El propietario nos informa de la bajada de rentabilidad que observa en la finca, ya que se trata de una explotación olivarera que se estableció hace 30 años, bajo un diseño de plantación a tres pies y con prácticas de cultivo poco actualizadas, cuya producción empieza a comprometer los ingresos derivados de la recolección de la aceituna, pues con el incremento de precio de los insumos y la actualización de los costes apenas llegan a cubrir gastos.

La parcela cuenta con 20,99 ha de olivar en secano, provista de un pozo con abundante agua por lo que tras hablar con el dueño se le plantea la opción de implantar material vegetal nuevo, con un marco de plantación más reducido al existente (10 x 10 m) que incremente el número de árboles por hectárea. Finalmente, tras informarle sobre los sistemas de producción intensivo y superintensivo, éste nos pide la realización de un estudio comparativo de la rentabilidad de ambos sistemas.

2. Objetivos

Como objetivos del proyecto, se establece el estudio del comportamiento de un olivar destinado a producir frutos para aceite adaptado a las características edafoclimáticas de la zona bajo dos sistemas productivos claramente diferenciados.

Para ello, se estudiarán todas las variables posibles que afecten a la productividad y rendimiento de ambos modelos, comparado las ventajas e inconvenientes que acarrea cada uno, para así poder ofrecerle al promotor la mejor opción en la que invertir.

3. Características de la finca

3.1 Localización

Tal como se indica en el plano nº 1, la finca “Las Ánimas” se encuentra dentro del término municipal de Hinojos (Huelva). Concretamente a las afueras del pueblo, accediéndose a la misma a través de un camino rural que deriva de la salida situada en el Km 35 de la A-47.

Se encuentra rodeada de otras explotaciones agrícolas, en las cuales se practican cultivos de secano y leñosos, principalmente olivar de secano.

3.2 Extensión

La explotación cuenta con 20,99 ha dedicadas al olivar de secano, con un camino de servicio que divide la plantación en dos, cortándolo justo por al medio, de noreste a suroeste, con una anchura de 4 m, como queda reflejado en el plano nº 2.

3.3 Instalaciones

Como instalaciones a destacar, la finca cuenta con una pequeña construcción de obra situada al noroeste en la cual se guarda la maquinaria y objetos destinados a la producción olivarera.

3.4 Clima

El anejo nº 1, **“Estudio climático”**, recoge el análisis climático de la zona donde se encuentra la finca. Para su elaboración, se tomaron datos históricos de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar, ambas pertenecientes a la red de estaciones agroclimáticas de la Junta de Andalucía. La elección de las mismas se debe a la paridad de distancia a la que se encuentran las dos, una a 16 Km y la otra a 17 Km, por lo que se decidió promediar los datos obtenidos de ambas buscando unos datos más cercanos a la realidad.

Para el estudio, se usaron datos pertenecientes al periodo de tiempo disponible 2000-2017, buscando estandarizar el clima imperante en la zona. Como resumen, podemos destacar:

- Tª media anual: 17,35 °C.
- Tª máxima absoluta para el periodo estudiado (julio): 45,65 °C.
- Tª media de las máximas para mes más caluroso (agosto): 34,16 °C.
- Tª media del mes más caluroso (agosto): 25,33°C.
- Tª mínimas absoluta para el periodo estudiado(enero): -6,90°C.
- Tª media de las mínimas para mes más frío (enero): 4,60 °C.
- Tª media del mes más frío (enero): 9,86°C.
- Precipitación media anual: 552,91 mm.

Como resultados, la clasificación climática según Papadakis establece tipo de inviernos Cítrus (Ci) y tipo de verano Gossypium cálido, con un régimen hídrico Mediterráneo seco (Me), lo que nos reporta como unidad climática la Mediterránea, clima por excelencia del olivo.

3.5 Suelo

En el anejo nº 2, **“Estudio edafológico”**, se muestra el estudio edafológico realizado en la finca. El suelo muestra una textura Arcillo-arenosa (clasificación U.S.D.A.), caracterizado por una gran permeabilidad y aireación, lo que nos asegurará una buena circulación del agua sin problemas de drenaje, a la vez de una buena estructura debido a la acción agregante de las arcillas.

Desde el punto de vista químico, el análisis de suelo refleja un pH de 8,1, por lo que podría clasificarse como básico. La conductividad eléctrica en el extracto 1/5 (prueba previa de sales), se usó como parámetro para medir la posible salinidad del suelo, arrojando datos de posible ligera salinidad ($0,29 \frac{dS}{m}$), pero que no afectarán a nuestro cultivo debido a su tolerancia.

Desde la perspectiva de la fertilidad, nuestro análisis de suelo informa de niveles de materia orgánica bajos, íntimamente relacionados con bajo nivel de nitrógeno y una muy baja relación C/N, por lo que se piensa en la incorporación de estiércol en superficie en preplantación. En la misma línea, los niveles de fósforo y potasio no presentan ninguna limitación, así como ningún otro factor estudiado. Se observaron niveles de calcio elevados, pero sin problemas en su relación con el magnesio. También se comprobó la capacidad de intercambio catiónico, y como se preveía, en relación con la cantidad de arcillas, el análisis reveló niveles elevados que asegurarán un buen almacén de nutrientes

3.6 Análisis del agua de riego

Para el riego, se utilizará agua proveniente de un pozo de la finca, el cual ofrece caudales de 20 L/s, por lo que no se verá comprometido su abastecimiento. Para asegurar el éxito en el riego, se procedió a la realización de un análisis del agua, recogido su estudio en el anejo nº 3, **“Análisis del agua de riego”**. Como resumen, podríamos destacar la moderada salinidad de la misma (conductividad eléctrica de $0,94 \frac{dS}{m}$), factor a tener en cuenta a la hora del cálculo de la fracción de lavado, pero sin problemas de sodicidad (RAS° de 1,84) ni toxicidad por iones específicos. También apuntar que los resultados revelan una dureza algo elevada, con ligero riesgo de precipitaciones según el índice de Langelier. En cuanto al pH (6,9), podemos asegurar que no habrá ningún problema de insolubilización ni precipitados químicos, asegurando la disponibilidad de nutrientes.

3.7 Energía eléctrica

No existen problemas de suministro eléctrico que destacar en el proyecto, dado que existen torres eléctricas que proporcionan energía a nuestra parcela.

4. Ingeniería del proyecto

4.1 Diseño de la plantación

La comparación de dos modelos productivos, obliga a estudiar ambos por separado, por lo que en el anejo nº 4 “**Diseño de la plantación**”, se recoge de forma diferenciada el estudio del diseño de la plantación que se implementará en los sistemas intensivo y superintensivo.

4.2 Elección del material vegetal

Actualmente, existe una gran variedad de material vegetal certificado a disposición del consumidor, diferenciado en relación a numerosas características que proporcionan a cada uno aptitudes distintas.

En nuestro proyecto, se tuvo en cuenta para la elección el comportamiento del árbol en relación con su vigorosidad, precocidad en entrada de producción, resistencia a heladas y enfermedades, así como plagas e índice de cosecha, tamaño de fruto y rendimiento graso.

Como objetivo, se propuso encontrar una planta que pudiera implantarse en ambos modelos, centrándonos en el cultivo en seto que es el más exigente, por lo que se buscó una variedad con un porte no muy vigoroso que facilitara el manejo y la recolección mecanizada, con una pronta entrada en producción, resistencia a inclemencias climáticas y alta productividad. Esto nos llevó a estudiar las variedades *Arbequina* (selección Arbequina AS-1, de la empresa Olint, grupo Agromillora), *Arbosana* (selección Arbosana i-43) *Koroneiki* (selección Koroneiki i-38), *Sikitita* y *Tosca 07*. En un principio se pensó en implantar la que proporcionaba una mayor producción según los resultados obtenidos en estudios de la empresa Olint (grupo Agromillora), dedicado al sector de la comercialización y producción de plantones de olivos certificados, Arbosana i-43, pero se rechazó debido a su sensibilidad al frío, el cual podría comprometer el cultivo. Finalmente optamos por la elección de la variedad Arbequina, selección Arbequina AS-1, la cual satisfacía todas nuestras exigencias con una alta productividad ($15.000-16.000 \frac{kg}{ha}$) por hectárea en los años de máxima producción y media en torno a los $11.5000 \frac{kg}{ha}$ en una vida útil de 15 años, según arrojan estudios de la empresa viverista.

Para la adquisición de las plantas, se contempla la compra de material certificado libre de plagas y enfermedades, con una edad comprendida entre 0,8-1,5 años.

4.3 Marco de plantación

Se estipula como modelo de alta densidad de plantación en olivar aquellos que integran más de $200 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$. En nuestro caso, se estudió la posibilidad de incluir $250 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$ en el modelo intensivo, bajo un marco de plantación de 8 x 5 m, y un total de $1.666 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$ en un marco de 4 x 1,5 m en el caso del superintensivo.

En el modelo intensivo, se buscó más allá de la densidad de plantación, incluir un marco que permitiera una correcta iluminación de la copa e implementar mecanización sin ningún tipo de problema, los cuales no deben aparecer con el ancho de calle establecido.

En el modelo superintensivo, la elección del marco es esencial para una correcta formación. Este sistema también es conocido como “olivar en seto”, pues las filas de olivos forman un continuo vegetal que asemeja el conjunto como un seto. La especificidad de este sistema radica en la implementación de máquinas de recolección autopropulsadas adaptadas de la vendimia, por lo que el ancho del árbol se reduce drásticamente obteniéndose diámetros poco comunes en otros sistemas. En nuestro caso, se decidió establecer un espacio entre líneas de 1,5 m, buscando que el desarrollo lateral de nuestros olivos no superara dicha medida, bajo un correcto control de poda.

En ambos casos, debido a la disposición previa de la orientación de las filas usada por el promotor en relación con la forma y ubicación del camino de servicio, se decidió mantener una orientación noreste-suroeste.

4.4 Plantación

4.4.1 Labores preparatorias

La inclusión de una nueva variedad de olivo y el uso de métodos de cultivo más modernos, así como la longevidad del olivar preexistente, obligan en ambos modelos a realizar el arranque previo de los árboles preexistentes. Para ello se contratará una empresa de servicios que realiza la labor sin coste alguno, eso sí, llevándose los olivos para su posterior comercialización como planta ornamental.

Indiferentemente del sistema de plantación, entre dos y cuatro meses antes de la plantación, se realizará un pase de subsolador con la finalidad de eliminar posibles capas impermeables. Seguidamente, para paliar los bajos niveles de materia orgánica de nuestro suelo, se incorporarán de $20-30 \frac{\text{t}}{\text{ha}}$ de estiércol maduro con ayuda de un esparcidor de estiércol. Finalmente, para homogeneizar la superficie se recurrirá a un par de pases cruzados de cultivador.

4.4.2 Apertura de hoyos y plantación

Para plantación, se recurrirá en los dos modelos a una empresa de servicios que realice plantaciones con uso de maquinaria guiada por GPS, cuyo uso proporciona una alta precisión y reduce el tiempo de ejecución de la acción. Esos sí, en cada sistema se utilizará un marco de plantación distinto, como vimos anteriormente.

5. Técnicas de cultivo

Como bien hemos dicho, en nuestro proyecto se contempla la incorporación del riego como innovación técnica para nuestro cultivo, pero no será la única modernización que se produzca en el olivar. Entre otras, se realizarán cambios en los sistemas de fertilización usados, técnica de recolección y mantenimiento del suelo. Todo el estudio y descripción se encuentra detallado en el anejo nº 5, **“Técnicas de cultivo”**.

5.1 Mantenimiento del suelo

El suelo es la fracción mineral donde se desarrolla el cultivo, permitiendo su nutrición y desarrollo, por lo que un correcto y apropiado mantenimiento del mismo puede ser crucial en el proyecto.

En ambos modelos se optó por implementar idénticas labores de mantenimiento del suelo, permitiendo el crecimiento de vegetación espontánea que se usará como cubierta vegetal destinada a proteger el suelo frente a la erosión, mantener su estructura e incrementar los niveles de materia orgánica. Para ello, se realizará el control de las adventicias mediante siega mecánica, depositándose los restos en el centro de las calles junto con los restos de poda triturados, y la aplicación de herbicidas, Glifosato y Oxifluorfen a los pies del olivo y líneas de gotero.

5.2 Poda

La poda juega un papel crucial en el proyecto, pues el correcto mantenimiento de la forma y dimensiones del olivo incrementa la captación de radiación solar, gran limitante en la producción. Se establecen diferencias significativas entre los modelos estudiados, aunque como generalidad podemos incluir en ambos la formación a un pie:

- En el sistema intensivo buscaremos a través de la poda la formación en vaso del olivo, para lo que en la formación, durante los primeros años de la implantación, buscaremos dejar tres ramas principales con una inclinación de unos 60° que establezcan una copa que no sobrepase los 4 m de diámetro y unos 3,5 m de altura. Para una correcta productividad, es importante mantener una buena relación hoja/madera, por lo que a partir del 4º año se realizarán labores de aclareo que permitan una buena actividad fotosintética y distribución de los nutrientes.

- En el sistema superintensivo es donde la poda cobra mayor protagonismo. Debido al uso de máquinas cosechadoras cabalgantes autopropulsadas, se establecerán unas formas y dimensiones concretas. Como ya dijimos, ésta se asemeja a la de un seto, que en nuestro caso se fijará con un diámetro de 1,5 m. La formación consiste en permitir una formación libre limitando la altura, lo que favorece el crecimiento lateral. Para la poda se utilizan medios mecánicos como sierras, provocando el rebaje de los laterales y extremos superiores que no deben superar los 2,10-2,50 m para poder usar la máquina recolectora. El rebaje de la altura se denomina “*topping*” y se lleva a cabo con sierras acopladas a un tractor que produce un corte homogéneo en el seto.

En ambos casos, existe la posibilidad de incluir podas de renovación, las cuales pretenden detener el ciclo productivo, produciendo el rejuvenecimiento de la plantación. Consiste en dejar el tronco en la cruz (lugar donde se insertan las ramas principales), y volver a formar de nuevo la copa. Esta técnica resulta muy interesante en el olivar superintensivo, ya que su vida útil se estipula en menos años que una plantación intensiva (unos 15 años), debido a la bajada de productividad en la que entra en la etapa adulta, pero cada vez hay más tendencia en la actualidad a practicar una poda de renovación y dar un nuevo ciclo productivo. Hoy día este método provoca grandes controversias, pues existen detractores que aseguran que no se vuelven a alcanzar niveles de productividad que soporten el mantenimiento de un nuevo ciclo, pero al mismo tiempo existen datos que promueven su uso. Para constatar su rentabilidad, se necesita aún estudiar el caso con más profundidad.

5.3 Fertilización

Aprovecharemos el sistema de tuberías de la instalación del riego para la implantación de un sistema de fertirrigación. Así, conseguiremos poder racionar el abonado y hacer una aplicación más localizada, al mismo tiempo que se pone a disposición del olivo los nutrientes en forma disuelta, aumentando la disponibilidad de los mismos. Para obtener un correcto resultado, se estudió tanto la instalación a incluir como las necesidades de la plantación, así como distintos fertilizantes, todo ello incluido en el anejo nº 7, “**Fertirrigación**”.

Para la instalación, se decide adquirir dos depósitos de poliéster, de 1.000 L y 500 L, destinándose el mayor a albergar la solución madre con el abonado. La inclusión de un depósito de 500 L se contempló ante la posibilidad de un futuro tener que incorporar algún micronutriente o ácidos para el lavado de tuberías. Para la inyección del abono, se eligió una bomba inyectora con pistón cerámico de la casa ITC, con un caudal de hasta $200 \frac{L}{h}$ y una potencia de 0,37 KW.

Para el cálculo de la dosis de fertilizante a incorporar, se estudiaron numerosas variables, como son las extracciones de nutrientes provocadas por la planta, los aportes derivados del agua de riego y la propia naturaleza del suelo.

Las extracciones están íntimamente relacionadas con la producción prevista, por lo que se calculó cuál sería ésta en el modelo intensivo, concluyendo que se es aproximadamente de $8.800 \frac{kg}{ha}$, y se estipuló una cantidad en torno al promedio de lo arrojado en el “*Proyecto olea 2000*” ($11.500 \frac{kg}{ha}$) para el modelo superintensivo, debido a la dificultad que entraña su cálculo por el tipo de formación usada en este sistema.

Como fertilizantes (N-P-K), se optó por la utilización de nitrato amónico y urea para la incorporación de nitrógeno (con riqueza en N de 33,5 % y 46% respectivamente), ácido fosfórico (con riqueza en P_2O_5 del 54%) y sulfato potásico cristalino (con riqueza en K_2O del 51%).

Como resumen, a continuación, se muestra el plan de abonado de ambos sistemas, en función de las extracciones y aportes de nutrientes:

Tabla 1: Plan de abonado en $\frac{kg}{ha \times mes}$ de modelo intensivo en plena producción.

Modelo intensivo							
Mes	Necesidades mensuales de nutrientes			Aportes de fertilizantes			
	N	P_2O_5	K_2O	NH_4NO_3	Urea	H_3PO_4	K_2SO_4
Abril	9,75	2,64	6,30	-	21,20	4,89	12,35
Mayo	23,83	5,98	15,74	-	51,81	11,08	30,86
Junio	23,83	5,98	15,74	-	51,81	11,08	30,86
Julio	22,75	5,98	33,05	67,71	-	11,08	64,81
Agosto	11,92	5,98	34,63	35,47	-	11,08	67,90
Septiembre	10,83	5,98	34,63	32,24	-	11,08	67,90
Octubre	5,42	2,64	17,31	16,12	-	4,89	33,95
Total	108,34	35,20	157,40	151,55	124,83	65,19	308,63

Tabla 2: Plan de abonado en $\frac{kg}{ha \times mes}$ de modelo superintensivo en plena producción.

Modelo superintensivo							
Mes	Necesidades mensuales de nutrientes			Aportes de fertilizantes			
	N	P_2O_5	K_2O	NH_4NO_3	Urea	H_3PO_4	K_2SO_4
Abril	12,83	3,45	8,34	-	27,88	6,39	16,36
Mayo	31,35	7,82	20,86	-	68,16	14,48	40,90
Junio	31,35	7,82	20,86	-	68,16	14,48	40,90
Julio	29,93	7,82	43,80	89,08	-	14,48	85,89
Agosto	15,68	7,82	45,89	46,66	-	14,48	89,98
Septiembre	14,25	7,82	45,89	42,42	-	14,48	89,98
Octubre	7,13	3,45	22,94	21,21	-	6,39	44,99
Total	142,52	46,00	208,58	199,36	164,21	85,19	408,98

Obviamente durante el desarrollo de la plantación las aplicaciones de fertilizantes serán menores a las indicadas en estos cuadros, y cada año se irán incrementado proporcionalmente hasta alcanzar el olivar la plena producción.

5.3 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades más comunes dentro del ámbito olivarero, encuadradas en el entorno donde se insertará la explotación, fueron estudiadas y detalladas en el anejo nº 5, “**Técnicas de cultivo**”. Entre ellas, destacan la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), prays o polilla del olivo (*Prays olea* Bern.), cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae* Bern.), glifodes o polilla del jazmín (*Palpita vitrealis* Rossi), repilo, verticilosis y *Xylella fastidiosa*.

No todas ellas serán objeto de tratamiento anual, pues la cochinilla de la tizne hay años en los que no requiere tratamiento y *Xylella fastidiosa* y verticilosis no cuenta aún con tratamientos efectivos.

A continuación, se muestra en un cuadro resumen los tratamientos anuales que se aplicarán en nuestra explotación:

Tabla 3: Tratamientos fitosanitarios anuales en ambos sistemas.

Plaga-Enfermedad	Época	Materia Activa	Número de tratamientos
Mosca del olivo (<i>Bractocera oleae</i>)	Junio	Dimetoato	1
Prays (<i>Prays oleae</i> Bern)	Marzo-Junio	Dimetoato	2
Cochinilla de la tizne (<i>Saissetia oleae</i> Bern)*	-	-	-
Glifodes (<i>Palpita unionalis</i>)	Primavera-Verano	Fosmet	1
Repilo (<i>Venturia oleaginea</i>)	Otoño-Primaver	Oxicloruro de cobre	2
Verticilosis (<i>Verticillium dahliae</i>)	-	-	-
<i>Xylella fastidiosa</i>	-	-	-

En cuanto a las dosis de aplicación, se establece que en el modelo superintensivo se aplicará una dosis más alta, debido al aumento de la densidad de plantación.

5.4 Recolección

Para ambos sistemas se contempla la mecanización de la recolección, sin embargo, existen claras diferencias en cuanto al procedimiento en ambos, como se refleja en el anejo nº 5 “**Técnicas de cultivo**”.

En el olivar intensivo diferenciaremos dos etapas claves en la recolección. En un principio, la entrada de producción se contempla al 3º año, pero el desarrollo del árbol imposibilita el uso a estas edades de maquinaria pues podría provocar daños en el árbol. Por ello, se recurrirá a la recolección manual mediante mano de obra de jornaleros. A partir del 5º año, se comenzará a mecanizar la recolección de los frutos, mediante el empleo de un vibrador de troncos con paraguas invertido acoplado. De esta forma, la vibración provocada en el árbol por la sacudida, provocará la caída de la cosecha en el paraguas invertido donde se recogerá. La eficacia de derribo se estima en torno a un 90%, por lo que se complementará su uso con jornaleros que recojan la aceituna que no se derribe. Con este método, se reduce la mano de obra y se reducen los gastos por contratación de jornales.

En olivar superintensivo también se diferencian dos claras etapas. Durante los primeros años se procederá igualmente a la recolección manual de la aceituna, tras la entrada en producción al 3 año. A partir de aquí, la recolección se llevará íntegramente a cabo mediante cosechadora cabalgante, la cual no requiere de apoyo extra de mano de obra (más allá del personal que lo maneje), ya que recolecta en torno al 95% de la aceituna.

En ambos casos, la aceituna debe trasladarse lo antes posible, si se quiere que la calidad sea vírgen extra, hasta la cooperativa de la que es socio el propietario (Virgen del Rocío, Almonte), situada a 15 km de distancia.

6. Maquinaria

Para el proyecto, se estudiaron varias posibilidades para la realización de las labores propias del olivar. Éstas, se encuentran recogidas en el anejo nº 8 **“Maquinaria”**.

Tras analizar las necesidades que reportaba cada sistema, y la maquinaria preexistente, se concluyó que era necesaria la incorporación de un vibrador de troncos con paraguas invertido en el modelo intensivo y un desbrozador-triturador, siendo solo necesaria la compra del desbrozador-triturador en el sistema superintensivo. A esto se debía añadir mediante alquiler un segundo tractor al primero de ellos, y servicio de cosecha mediante cosechadora cabalgante y poda para el control de altura (topping) en el segundo. Se analizaron los costes derivados del uso de la maquinaria y el alquiler descrito, y fueron comparados con el precio de la externalización total de las tareas, resultando ser más factible el uso de la maquinaria propia. A pesar de ello, y debido que la diferencia era insignificante, se decidió proceder a la externalización de las faenas mediante empresas de servicios. La decisión finalmente fue tomada por la comodidad que generaba en el promotor el uso de servicios externos, y también tras la apreciación de que la maquinaria, la cual estaba obsoleta, requeriría ser repuesta tras su vida útil, generando gastos extras de compra y amortización de la misma.

7 Ingeniería de las obras

7.1 Sistema de riego

Para el estudio de la red y sistema de riego se realizó un análisis minucioso por separado en cada modelo, el cual se detalla en el anejo nº 6 **“Diseño del riego”**. En ambos casos se hizo un análisis del diseño agronómico e hidráulico, optándose por la implantación de un sistema de riego localizado por goteo autocompensante, el cual destaca el incremento de la eficiencia en la utilización del agua frente a otros sistemas.

7.1.1 Sistema de riego en modelo intensivo

7.1.2 Diseño agronómico

Para el diseño del sistema de riego, fue necesario establecer las necesidades hídricas que presenta nuestro cultivo, determinadas a partir de la ET_0 , la cual fue calculada según

Penman-Montheith y Hargreaves, eligiéndose para cada mes la más exigente de las dos (detallado en anejo nº1 “Estudio climático”). Con vistas a no comprometer el aporte de agua, el cálculo de las necesidades reales de riego se hizo partiendo del mes de máximas necesidades (mayor ET_c ; junio), siendo éstas de $23,50 \frac{m^3}{día \times ha}$, estableciéndose como periodo de riego aquellos meses en los que la ET_c no supere las precipitaciones efectivas (6,5 meses). Conocidas las necesidades reales de riego, se procedió a calcular el número de emisores necesarios por planta (4 goteros) y su separación (1,50 m), el tiempo de riego diario (6,75 h) y los sectores posibles a establecer. Finalmente, se optó por fijar dos sectores de riego integrados por tres subsectores cada uno, reflejado en el plano nº 6.

7.1.3 Diseño hidráulico

Partiendo de que la finca, como se mencionó, tiene un pozo que proporciona un caudal de $20 \frac{L}{s}$, y una vez conocidas las necesidades reales de riego y planificada la sectorización, se procedió a los cálculos hidráulicos necesarios para el dimensionamiento de la red de tuberías.

Para la instalación hidráulica se eligieron como emisores goteros URAGOTA autocompensantes, integrados en tubería de polietileno de Ø16 mm, que trabajan en régimen turbulento, con un caudal de descarga de $4,0 \frac{L}{h}$, que nos permiten largas distancias.

La red de portallaterales o portarramales se diseñó en PEAD de 75 mm, con un timbraje de 6 atm, colocada en superficie, salvo los tramos que discurren por debajo del camino central.

Para la red secundaria, se optó por el uso de tuberías de PVC de 90 mm, con un timbraje de 6 atm, soterrada.

En la red primaria, se decidió usar tuberías de PVC de 110 mm, con un timbraje de 6 atm, soterrada igualmente.

Mediante el dimensionamiento de la red de tuberías, obtuvimos el caudal y presión necesarias en el cabezal de riego ($39,60 \frac{m^3}{h}$ y 45,67 m.c.a.) para los cuales se dimensionó la bomba, situada junto al pozo en una casetilla de obra junto con el sistema de fertirriego, eligiéndose una bomba centrífuga sumergible de la marca comercial “Bombas Prinze”, modelo VS 46/7.

El cabezal de riego se diseñó incluyendo un programador electrónico de riego de la marca “Toro”, un sistema de filtrado de malla de 200 micras de la marca “STF Filtros”, modelo FMA 1002 y válvulas de retención y ventosa que aseguren un correcto funcionamiento del sistema.

7.1.2 Sistema de riego en modelo superintensivo

7.2.2 Diseño agronómico

Igualmente, se calcularon las necesidades reales de riego para el mes más exigente (junio), siendo éstas de $26,99 \frac{m^3}{día \times ha}$, estableciéndose como periodo de riego aquellos meses en los que la ET_c no supere las precipitaciones efectivas (6,5 meses). Conocidas las necesidades

reales de riego, se procedió a calcular el número de emisores necesarios por planta (1,2 goteros) y su separación (1,25 m), el tiempo de riego diario (3,88 h) y los sectores posibles a establecer. Finalmente, se optó por fijar cuatro sectores de riego integrados por tres subsectores cada uno, reflejado en el plano nº 11.

7.2.3 Diseño hidráulico

Las tuberías se dimensionaron partiendo de la misma consideración de caudal del pozo ($20 \frac{L}{s}$) y basándonos en las necesidades reales de riego y los sectores preestablecidos.

Para la instalación hidráulica se eligieron como emisores los mismos goteros (URAGOTA autocompensantes, integrados en tubería de polietileno de Ø16 mm con caudal de descarga de $4,0 \frac{L}{h}$)

La red de portallaterales o portarramales se diseñó en PEAD de 75 mm, con un timbraje de 6 atm, colocada en superficie, salvo los tramos que discurren por debajo del camino central.

Para la red secundaria, se optó por el uso de tuberías de PVC de 90 mm, con un timbraje de 6 atm, soterrada.

En la red primaria, se decidió usar tuberías de PVC de 110 mm, con un timbraje de 6 atm, soterrada igualmente.

Conocido el caudal y presión necesarias en el cabezal de riego ($43,20 \frac{m^3}{h}$ y 46,85 m.c.a.) para los cuales se dimensionó la bomba, situada junto al pozo en una casetilla de obra junto con el sistema de fertirriego, eligiéndose una bomba centrífuga sumergible de la marca comercial “Bombas Prinze”, modelo VS 46/8.

En cuanto a los elementos del cabezal de riego, se utilizaron los mismos sistemas y accesorios que en el modelo intensivo.

8 Estudio económico

Con vistas a elegir una de las dos opciones estudiadas en el proyecto para la implantación del olivar, al mismo tiempo que se constataba la viabilidad de ambas alternativas, se procedió a realizar el estudio económico de los dos sistemas por separado, los cuales se presentan en el anejo nº 9 “**Estudio económico**”.

Para ello, se estipuló como vida útil de ambos proyectos 30 años, aplicando en el sistema superintensivo el arranque de la plantación el año 15 y volviendo a realizar la plantación, para explotarla durante un nuevo ciclo de 15 años, bajo las mismas condiciones de cobros y pagos.

Para el estudio, se tuvo en cuenta la inversión, recogida en el documento nº 4 “**Presupuesto**”, que suponía cada modelo y se realizó el análisis de varios indicadores de rentabilidad. Concretamente, se calculó el Valor Añadido Neto (VAN), la relación beneficio-inversión, el plazo de recuperación (Pay-Back) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). A forma de síntesis, se recoge a continuación un resumen del estudio económico:

Tabla 4: Indicadores de rentabilidad usados en estudio económico en modelo intensivo y superintensivo.

Indicadores de rentabilidad	Modelo super intensivo	Modelo superintensivo sin renovación (15 años)	Modelo superintensivo con renovación (30 años)
VAN	285.872,04 €	365.553,92	494.118,66
Relación beneficio-inversión	4,74 €	1,50	3,75
Plazo de recuperación	13 años	4 años	4 años
TIR	20,15%	31,23%	31,27%

En relación a los resultados, se informará al promotor de las ventajas que supondrá la implantación del olivar bajo un sistema superintensivo, ya que su análisis económico, en comparación con el modelo intensivo, arroja un VAN mayor, lo que indica un valor de la inversión actualizado superior, pero contando con un riesgo mayor debido a un desembolso inicial superior. A esto, debemos sumar el plazo de recuperación, que en el sistema superintensivo es de solo 4 años, mientras en el intensivo se demora hasta los 30. Dentro de esta alternativa, destacaremos como mejor opción establecer una vida útil para el proyecto de 30 años, procediendo al arranque del olivar en el año 15 y volviendo a implantarlo, ya que aporta un VAN superior, mejor interés de retorno más favorable y una relación beneficio-inversión más alta.

9. Presupuesto

9.1 Presupuesto modelo intensivo

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS	%
1	PLANTACIÓN	23.798,10	56,83
2	SISTEMA DE RIEGO	16.566,69	39,56
3	FERTRRIGACIÓN	1.510,10	3,61
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		41.874,89	
13% Gastos generales		5.443,74	
6% Beneficio Industrial		2.512,49	
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL MAS G.G. Y B.I.		49.831,12	
21% I.V.A.		10.464,54	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		60.295,66	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		60.295,66	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Sevilla, a 17 de julio de 2017.

El promotor

La dirección
facultativa:

9.2 Presupuesto modelo superintensivo

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS	%
1	PLANTACIÓN	107.614,14	81,75
2	SISTEMA DE RIEGO	22.519,03	17,11
3	FERTRRIGACIÓN	1.510,10	1,15
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		131.643,27	
13% Gastos generales		17.113,63	
6% Beneficio Industrial		7.898,60	
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL MAS G.G. Y B.I.		156.655,49	
21% I.V.A.		32.897,65	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		189.553,15	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		189.553,15	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SIETE CÉNTIMOS.

Sevilla, a 17 de julio de 2017.

El Promotor:

La dirección facultativa:

Anejo 1: Estudio climático

Índice

1. Introducción.....	23
2. Datos climáticos.....	24
2.1. Datos termométricos.....	24
2.2. Datos pluviométricos.....	25
2.3. Datos de humedad relativa.....	27
2.4. Periodos y fechas de heladas.....	28
2.5. Datos del viento.....	29
3 Evapotranspiración de referencia (ET_0).....	30
4 Clasificación agroclimática de Papadakis.....	32
5. Conclusiones	34

1. Introducción

Para la realización del estudio climático imperante de la zona donde se inserta la finca, se han tomado los datos de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar, pertenecientes a la red de estaciones agroclimáticas de la Junta de Andalucía, ya que son las estaciones más cercanas a la zona de actuación del proyecto, encontrándose respectivamente a 16 y 17 kilómetros. Para el estudio, se tomarán los datos históricos de ambas estaciones, desde 2000-2017, y se promediarán.

- Características de los observatorios:

Estación meteorológica de Almonte.

- Código de la estación: 10
- Provincia: Huelva
- Coordenadas UTM:
 - X: 191221,0
 - Y: 4116990,0
 - Latitud: 37º 08' 53" N
 - Longitud: 06º 28' 35" W
 - Altitud: 18 m

Estación meteorológica de Aznalcázar.

- Código de la estación:
- Provincia: Sevilla
- Coordenadas UTM:
 - X: 209287.0
 - Y: 4116730.0
 - Latitud: 37º 09' 06" N
 - Longitud: 06º 16' 24" W
 - Altitud: 4 m.

2. Datos climáticos

2.1. Datos termométricos

Tabla 1: Datos termométricos estación meteorológica de Almonte.

Almonte	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tª Max. Abs. (°C)	23,30	23,20	30,40	32,60	38,20	40,70	45,20	45,40	43,60	35,30	29,90	24,80
Tª Min. Abs. (°C)	-5,60	-3,80	-0,10	2,70	5,60	9,20	11,60	10,70	9,00	5,60	-0,70	-5,40
Tª med. Max. Abs. (°C)	17,34	22,32	27,08	30,07	34,48	38,35	40,26	40,54	36,99	31,85	25,58	21,37
Tª med. Min. Abs. (°C)	-0,03	0,83	1,99	5,82	8,20	11,51	13,05	13,72	12,01	8,79	2,73	0,16
Tª med. Máx. (°C)	16,75	17,84	20,65	23,17	26,74	31,06	34,14	34,15	30,18	25,92	20,14	17,04
Tª med. Min. (°C)	4,99	5,73	7,99	10,22	12,35	15,23	16,73	17,59	16,06	13,95	8,64	5,73
Tª med. men. (°C)	10,19	11,24	13,83	16,29	19,30	23,09	25,38	25,53	22,57	19,30	13,75	10,62
Número de días de helada	1,76	1,71	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,13	1,44

Tabla 2: Datos termométricos estación meteorológica de Aznalcázar.

Aznalcázar	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tª Max. Abs. (°C)	22,10	23,40	30,60	33,20	38,40	40,40	46,10	45,80	43,70	34,80	29,70	23,20
Tª Min. Abs. (°C)	-8,20	-7,00	-1,20	0,70	4,00	9,30	11,00	10,90	8,00	2,70	-1,60	13,90
Tª med. Max. Abs. (°C)	19,53	21,46	26,55	30,19	34,72	38,48	40,32	39,91	36,34	31,35	25,38	20,08
Tª med. Min. Abs. (°C)	-1,08	-0,09	0,69	3,91	6,09	9,31	11,71	12,48	10,79	6,44	1,42	-0,64
Tª med. Max. Abs. (°C)	19,53	21,46	26,55	30,19	34,72	38,48	40,32	39,91	36,34	31,35	25,38	20,08
Tª med. Min. Abs. (°C)	-1,08	-0,09	0,69	3,91	6,09	9,31	11,71	12,48	10,79	6,44	1,42	-0,64
Tª med. men. (°C)	9,52	10,47	13,02	15,63	19,14	22,94	25,04	25,14	22,12	18,72	13,15	10,39
Número de días de heladas	3,65	3,18	0,59	0	0	0	0	0	0	0	0,75	1,59

Tabla 3: Datos termométricos medios de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar.

Media	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tª Max. Abs. (°C)	22,70	23,30	30,50	32,90	38,30	40,55	45,65	45,60	43,65	35,05	29,80	24
Tª Min. Abs. (°C)	-6,90	-5,40	-0,65	1,70	4,80	9,25	11,30	10,80	8,50	4,15	-1,15	4,25
Tª med. Max. Abs. (°C)	18,43	21,89	26,82	30,13	34,60	38,42	40,29	40,23	36,67	31,60	25,48	20,72
Tª med. Min. Abs. (°C)	-0,55	0,37	1,34	4,86	7,15	10,41	12,38	13,10	11,40	7,62	2,07	-0,24
Tª med. Máx. (°C)	16,26	17,45	20,30	23,05	26,89	31,20	34,15	34,16	30,14	25,87	19,82	16,69
Tª med. Min. (°C)	4,60	5,15	7,30	9,45	11,81	14,97	16,56	17,32	15,61	13,36	8,14	5,58
Tª med. men. (°C)	9,86	10,86	13,42	15,96	19,22	23,01	25,21	25,33	22,34	19,01	13,45	10,51
Número de días de heladas	2,71	2,44	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0,44	1,51

Tª Máx. Abs = temperaturas máximas absolutas mensuales, registradas en el histórico estudiado, en grados centígrados.

Tª Mín. Abs = temperaturas mínimas absolutas mensuales, registradas en el histórico estudiado, en grados centígrados.

Tª med. Máx. Abs = temperaturas medias de máximas absolutas mensuales, en grados centígrados.

Tª med. Mín. Abs = temperaturas medias de mínimas absolutas mensuales, en grados centígrados.

Tª med. Máx. = temperaturas medias de las máximas mensuales, en grados centígrados.

Tª med. Mín. = temperaturas medias de las mínimas mensuales, en grados centígrados.

Tª med. men = temperaturas medias de las medias mensuales, en grados centígrados.

Número de días de helada: Media del número de días con temperatura mínimas por debajo de 0 grados centígrados.

2.2. Datos pluviométricos

Tabla 4: Precipitaciones mensuales medias en milímetro y días de lluvia mensuales medios. Estación meteorológica de Almonte.

Almonte	Precipitación Med. (mm)	Días lluvia
Enero	66,31	17,41
Febrero	68,13	14,82
Marzo	62,23	13,76
Abril	52,34	9,81
Mayo	27,56	7,13
Junio	4,67	2,00
Julio	1,29	1,13
Agosto	18,33	3,40
Septiembre	34,45	5,87
Octubre	95,87	14,73
Noviembre	72,41	12,75
Diciembre	85,49	16,25
Total	589,08	119,07

Tabla 5: Precipitaciones mensuales medias, en mm, y días de lluvia mensuales medios. Estación meteorológica de Aznalcázar.

Aznalcázar	Precipitación Med. (mm)	Días Lluvia
Enero	57,81	15,71
Febrero	52,81	12,35
Marzo	59,63	12,35
Abril	47,78	8,53
Mayo	24,16	5,53
Junio	2,70	1,50
Julio	0,40	0,50
Agosto	10,33	1,25
Septiembre	38,44	5,63
Octubre	76,29	11,65
Noviembre	72,92	11,82
Diciembre	73,48	15,35
Total	516,75	102,17

Tabla 6: Precipitaciones mensuales medias, en milímetros, y días de lluvia mensuales medios. Media de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar.

Media	Precipitación Med. (mm)	Días Lluvia
Enero	62,06	16,56
Febrero	60,47	13,59
Marzo	60,93	13,06
Abril	50,06	9,17
Mayo	25,86	6,33
Junio	3,68	1,75
Julio	0,85	0,82
Agosto	14,33	2,33
Septiembre	36,44	5,75
Octubre	86,08	13,19
Noviembre	72,66	12,29
Diciembre	79,49	15,80
Total	552,91	110,62

2.3. Datos de humedad relativa

Tabla 7: Humedad relativa máxima, humedad relativa mínima y humedad relativa media. Estación meteorológica de Almonte.

Almonte	H.R. MÁXIMA %	H.R. MÍNIMA %	H.R. MEDIA %
Enero	92,53	54,76	82,61
Febrero	95,09	49,25	78,49
Marzo	93,83	44,26	74,86
Abril	94,07	40,85	71,84
Mayo	93,29	35,34	66,76
Junio	89,15	30,22	59,78
Julio	84,61	24,39	53,61
Agosto	85,98	26,54	57,08
Septiembre	89,38	35,24	66,27
Octubre	93,40	44,09	73,74
Noviembre	92,90	48,86	76,91
Diciembre	93,32	56,15	82,15
Media	91,46	40,83	70,34

Tabla 8: Humedad relativa máxima, humedad relativa mínima y humedad relativa media. Estación meteorológica de Aznalcázar.

Aznalcázar	H.R. MÁXIMA %	H.R. MÍNIMA %	H.R. MEDIA %
Enero	93,03	56,66	81,22
Febrero	92,35	50,89	77,70
Marzo	92,09	45,98	74,66
Abril	91,42	39,93	70,26
Mayo	88,56	32,04	62,06
Junio	84,52	28,44	57,15
Julio	82,60	24,99	54,62
Agosto	81,70	26,41	55,92
Septiembre	85,32	34,35	63,64
Octubre	89,38	42,98	71,52
Noviembre	90,83	50,69	76,00
Diciembre	92,07	58,16	80,83
Media	88,65	40,96	68,80

Tabla 9: Humedad relativa máxima, humedad relativa mínima y humedad relativa media. Media de las estaciones meteorológica de Almonte y Aznalcázar.

Media	H.R. MÁXIMA %	H.R. MÍNIMA %	H.R. MEDIA %
Enero	92,78	55,71	81,91
Febrero	93,72	50,07	78,10
Marzo	92,96	45,12	74,76
Abril	92,74	40,39	71,05
Mayo	90,93	33,69	64,41
Junio	86,84	29,33	58,46
Julio	83,61	24,69	54,11
Agosto	83,84	26,48	56,50
Septiembre	87,35	34,80	64,95
Octubre	91,39	43,53	72,63
Noviembre	91,86	49,77	76,46
Diciembre	92,70	57,16	81,49
Media	90,06	40,90	69,57

2.4. Periodos y fechas de heladas

Tabla 10: Periodo heladas, estación meteorológica de Almonte.

Periodo de heladas	Media
Primera helada	25 de Diciembre
Última helada	2 de Febrero
Nº de días del periodo de heladas	40 días
Nº de días del periodo libre de heladas	325 días

Tabla 11: Periodo de heladas, estación meteorológica de Aznalcázar.

Periodo de heladas	Media
Primera helada	22 de Diciembre
Última helada	12 de Febrero
Nº de días del periodo de heladas	53 días
Nº de días del periodo libre de heladas	312 días

Tabla 12: Periodo de heladas, media de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar.

Periodo de heladas	Media
Primera helada	24 de Diciembre
Última helada	7 de Febrero
Nº de días del periodo de heladas	46 días
Nº de días del periodo libre de heladas	319 días
z	

2.5. Datos del viento

Tabla 13: Velocidad del viento y dirección predominante de rachas. Estación meteorológica de Almonte.

Almonte	Vel. Del viento Km/día	Vel. Del viento Km/h	Dirección del viento
Enero	92,80	3,87	156°275'
Febrero	113,36	4,72	174°101'
Marzo	117,39	4,89	188°256'
Abril	124,18	5,17	208°156'
Mayo	123,85	5,16	225°359'
Junio	165,49	6,90	237°202'
Julio	194,25	8,09	250°270'
Agosto	186,23	7,76	246°69'
Septiembre	167,56	6,98	216°295'
Octubre	151,75	6,32	180°223'
Noviembre	121,42	5,06	150°
Diciembre	98,79	4,12	125°43'
Media	138,09	5,75	197°238'

Tabla 14: Velocidad del viento y dirección predominante de rachas. Estación meteorológica de Aznalcázar.

Aznalcázar	Vel. Del viento Km/día	Vel. Del viento Km/h	Dirección del viento
Enero	177,19	7,38	134°219'
Febrero	200,58	8,36	165°83'
Marzo	202,90	8,45	175°367'
Abril	199,28	8,30	201°112'
Mayo	205,30	8,55	222°53'
Junio	202,66	8,44	230°275'
Julio	192,62	8,03	234°23'
Agosto	187,59	7,82	231°181'
Septiembre	179,11	7,46	205°352'
Octubre	179,09	7,46	164°65'
Noviembre	186,70	7,78	143°13'
Diciembre	190,05	7,92	109°81'
Media	191,92	8,00	184°35'

Tabla 15: Velocidad del viento y dirección predominante de rachas. Media de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar.

Media	Vel. Del viento Km/día	Vel. Del viento $\frac{Km}{h}$	Dirección del viento
Enero	135,00	5,62	145°247'
Febrero	156,97	6,54	169°272'
Marzo	160,15	6,67	181°171'
Abril	161,73	6,74	205°274'
Mayo	164,58	6,86	223°66'
Junio	184,08	7,67	233°99'
Julio	193,44	8,06	242°147'
Agosto	186,91	7,79	238°305'
Septiembre	173,34	7,22	210°184'
Octubre	165,42	6,89	171°184'
Noviembre	154,06	6,42	147°147'
Diciembre	144,42	6,02	117°62'
Media	165,01	6,88	191°276'

3 Evapotranspiración de referencia (ET_0)

De las estaciones climáticas, obtenemos los valores de la ET_0 según Penman-Monteith, pero para una mejor aproximación se realizará el cálculo de la misma según Hargreaves, comparando ambas y utilizando aquella que suponga mayor limitación.

Tabla 16: ET_0 según Penman-Monteith. Media de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$ET_0 (\frac{mm}{día})$	1,29	1,91	2,88	4,00	5,28	6,63	7,37	6,67	4,80	3,04	1,77	1,29

El cálculo de la ET_0 según Hargreaves se lleva a cabo con la fórmula:

$$Eto = 0,0023 Ra (Tm + 17,8) \sqrt{Tmax - Tmin}$$

Donde:

- ET_0 = Evapotranspiración de referencia, ($\frac{mm}{día}$)
- Ra = Radiación extraterrestre, ($\frac{mm}{día}$), que para nuestra zona utilizamos Ra a 37º HN.
- Tm = Temperatura media del aire, (°C)
- $Tmax$ = Temperatura media de las máximas, (°C)
- $Tmin$ = Temperatura media de las mínimas, (°C)

Tabla 17: Cálculo ET_0 Hargreaves.

Meses	Ra ($\frac{mm}{día}$)	Tª Med. (°C)	Tª Med. Máx (°C)	Tª Med. Mín. (°C)	ET_0 Hargreaves ($\frac{mm}{día}$)
Enero	7,15	9,86	16,26	4,60	1,55
Febrero	9,20	10,86	17,45	5,15	2,13
Marzo	11,95	13,42	20,30	7,30	3,09
Abril	14,60	15,96	23,05	9,45	4,18
Mayo	16,40	19,22	26,89	11,81	5,42
Junio	17,20	23,01	31,20	14,97	6,50
Julio	16,70	25,21	34,15	16,56	6,93
Agosto	15,35	25,33	34,16	17,32	6,25
Septiembre	12,95	22,34	30,14	15,61	4,56
Octubre	10,30	19,01	25,87	13,36	3,08
Noviembre	7,75	13,45	19,82	8,14	1,90
Diciembre	6,35	10,51	16,69	5,58	1,38

A continuación, se recogen en la tabla los valores de la ET_0 por el método de Penman-Monteith y Hargreaves:

Tabla 18: ET_0 media de las estaciones de Almonte y Aznalcázar. Métodos de Hargreaves, Penman-Monteith y variación porcentual de ambas.

Meses	ET_0 Hargreaves ($\frac{mm}{día}$)	ET_0 Penman-Monteith ($\frac{mm}{día}$)	Variación (%)
Enero	1,55	1,29	16,80
Febrero	2,13	1,91	10,01
Marzo	3,09	2,88	7,06
Abril	4,18	4,00	4,34
Mayo	5,42	5,28	2,70
Junio	6,50	6,63	-1,86
Julio	6,93	7,37	-6,43
Agosto	6,25	6,67	-6,75
Septiembre	4,56	4,80	-5,38
Octubre	3,08	3,04	1,56
Noviembre	1,90	1,77	6,91
Diciembre	1,38	1,29	6,06

Se observa como las variaciones entre ambos métodos son mínimas, pero las exigencias del método de Penman-Monteith en los meses de máximas necesidades son mayores por lo que serán los datos que se usarán para la clasificación climática y el cálculo de las necesidades hídricas en el anejo de riego.

4 Clasificación agroclimática de Papadakis

La clasificación climática de Papadakis se basa en las respuestas de los distintos cultivos al clima. Concretamente se usan los valores extremos de las variables meteorológicas para determinar el tipo de invierno (rigor invernal), el tipo de verano (calor estival) y el régimen hídrico (aridez y variación estacional).

- Datos necesarios:

- Temperatura media de las máximas (**T**)
- Temperatura media de las mínimas (**t**)
- Temperatura media de las mínimas absolutas (**t'**)
- Precipitación media mensual (**P**)
- Evapotranspiración de referencia (ET_0 ; Penman-Monteith)

En nuestro caso, al haber obtenido los datos mediante el promedio de las estaciones meteorológicas de Almonte y Aznalcázar, todos los cálculos a continuación son con dichos datos.

Tabla 19: Datos necesarios clasificación climática de Papadakis.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T (°C)	16,26	17,45	20,30	23,05	26,89	31,20	34,15	34,16	30,14	25,87	19,82	16,69
t (°C)	4,60	5,15	7,30	9,45	11,81	14,97	16,56	17,32	15,61	13,36	8,14	5,58
t' (°C)	-0,55	0,37	1,34	4,86	7,15	10,41	12,38	13,10	11,40	7,62	2,07	-0,24
P ($\frac{mm}{mes}$)	62,06	60,47	60,93	50,06	25,86	3,68	0,85	14,33	36,44	86,08	72,66	79,49
ET_0 ($\frac{mm}{dia}$)	1,29	1,91	2,88	4,00	5,28	6,63	7,37	6,67	4,80	3,04	1,77	1,29
ET_0 ($\frac{mm}{mes}$)	40,05	53,57	89,15	119,96	163,56	198,76	228,62	206,77	144,04	94,14	53,15	40,13

- **Tipo de invierno:**

Se tienen en cuenta las temperaturas imperantes en el mes más frío, de modo que se consideran las exigencias climáticas y las respuestas a heladas de una serie de cultivos indicadores.

Citrus (Ci): hay heladas y la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -2,5 y 7° C. Es posible el cultivo del olivo.

- Tipo de verano:

Es necesario el estudio del periodo de heladas:

- Estación media libre de heladas: t' por encima de 0 °C durante 319 días.
- Estación disponible libre de heladas: t' por encima de 2 °C durante 242 días.
- Estación mínima libre de heladas: t' por encima de 7 °C durante 130 días.
- T del semestre más cálido (mayo-octubre): 30,4 °C
- T del mes más cálido (agosto): 34,16 °C

Para la caracterización del verano, se usan de nuevo cultivos de referencia:

La zona cuenta con un clima propicio para el cultivo de algodón (verano tipo Gossypium cálido; **G**), con un periodo libre de heladas superior a 4,5 meses y temperatura media de las máximas por encima de los 25 °C en el semestre más cálido, llegando dicha temperatura en el mes más cálido a superar los 33,5 °C

-Aridez y su variación estacional:

Define la disponibilidad natural de agua para las plantas y requiere de un balance de humedad en el suelo. Necesitamos conocer:

- **P**: precipitación media ($\frac{mm}{mes}$)
- **ET₀**: evapotranspiración potencial.
- **R**: reserva de agua en el suelo.
- **I_{hi}**: índice de humedad mensual.
- **Ln_i**: lluvia de lavado mensual.

Finalmente, se calcula el índice de humedad anual (**Ih**) y la lluvia de lavado anual (**Ln**).

Tabla 20: balance hídrico según Papadakis

$\frac{mm}{mes}$	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
ET₀	40,05	53,57	89,15	119,96	163,56	198,76	228,62	206,77	144,04	94,14	53,15	40,13	1431,94
P	62,06	60,47	60,93	50,06	25,86	3,68	0,85	14,33	36,44	86,08	72,66	79,49	552,91
R	84,88	91,77	63,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,51	62,87	
ETR	40,05	53,57	89,15	113,61	25,86	3,68	0,85	14,33	36,44	86,08	72,66	103,00	
I_{hi}	3,53	2,71	1,71	0,95	0,16	0,02	0,00	0,07	0,25	0,91	1,37	2,57	
mes	H	H	PH	I	S	S	S	S	S	I	H	H	
Ln_i	22,01	6,90									19,51	39,36	87,77

$$- Ih = \frac{P \text{ anual}}{ETP \text{ anual}} = 0,38$$

$$- Ln = \sum (P_i - ETP_i); \text{ siendo } i \text{ los meses húmedos (H)} = 87,77$$

En nuestro caso, contamos con un régimen hídrico Mediterráneo seco (Me), ya que Ln es mayor que el 20% anual de la ETP anual, Ih se sitúa entre 0,22 y 0,88 y existe algún mes en el que $T > 15 \text{ °C}$ y $P_i + R_{i-1} > ETP_i$

-Clasificación:

- Clasificación según Papadakis: Invierno Citrus (Ci), Verano Gossypium cálido (G)
- Régimen térmico: Subtropical cálido (Su)
- Régimen hídrico: Mediterráneo seco (Me)
- Unidad climática: Mediterráneo

5. Conclusiones

Como resumen del anejo, apuntar que nos situamos en una zona típicamente mediterránea de interior.

Los otoños son relativamente cálidos y lluviosos lo que puede acarrear problemas en relación con los días de trabajo, más concretamente en la poda y recolección. Los inviernos son normalmente templados, con lluvias poco abundantes (media anual de 552,91 mm, con un total de 102 días de lluvias) y posibilidad de heladas durante el periodo invernal, donde la temperatura mínima absoluta registrada para el periodo estudiado de $-6,90^{\circ}\text{C}$ en el mes de enero, siendo la media de las mínimas de $-4,60^{\circ}\text{C}$ para el mismo mes y periodo.

Las primaveras se caracterizan por ser cálidas, y los veranos calurosos y muy secos, llegándose a alcanzar en el periodo estudiado temperaturas máximas absolutas de $45,65^{\circ}\text{C}$ en el mes de julio, y siendo la media de las máximas del mes más caluroso (agosto) de $34,16^{\circ}\text{C}$. Los otoños son relativamente cálidos y lluviosos. Puede haber problemas en relación con los días de trabajo, más concretamente en la poda y recolección.

EL olivo tiene una respuesta a las condiciones climáticas bastante particulares. A pesar de considerarse una planta subtropical aguanta bien las bajas temperaturas, soportando heladas por debajo de los -10°C , por lo que no será sobre pasado en nuestros meses más fríos (diciembre, enero y febrero). Los inviernos templados pueden ocasionar problemas en la inducción a la floración, pero se ha constatado que se adapta bien a las regiones situadas entre los $30-45^{\circ}$ tanto en hemisferio Norte como Sur. Temperaturas cálidas desde otoño a verana son precisadas para un correcto desarrollo, soportando el cultivo temperaturas extremas de calor, por lo que no debe suponer ningún condicionante nuestro ambiente climático, donde las temperaturas en el mes más cálido (agosto) no exceden los $34,16^{\circ}\text{C}$.

El hecho de que las precipitaciones sean poco abundantes podría suponer un hándicap para nuestra explotación, ya que en el mes más lluvioso (diciembre) no se sobrepasan los 79,49 mm, pero cabe recalcar que este contará con un sistema de riego en funcionamiento en los meses más secos, gracias a la disponibilidad de agua procedente del pozo de la finca

Anejo 2: Estudio edafológico

Índice

1. Introducción.....	39
1.1. Limitaciones físicas	39
1.2. Limitaciones químicas.....	40
2. Análisis de suelo.....	41
2.1. Muestreo	41
2.2 Informe analítico del suelo	41
2.3 Interpretación del análisis	42
2.3.1 Análisis físico.....	42
2.4 Interpretación del análisis químico	43
2.5 pH.....	43
2.6 Materia orgánica.....	43
2.7 Relación carbono/nitrógeno.....	43
2.8 Salinidad.....	43
2.9 Nitrógeno	44
2.10 Fósforo	44
2.11 Potasio	44
2.12 Magnesio	44
2.13 Calcio.....	44
2.14 Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	44
3. Conclusiones	45

1. Introducción

El olivo es una planta que no presenta grandes requerimientos edáficos por lo que ocupa una gran diversidad de suelos, muchos de ellos marginales para otros cultivos. A pesar de su gran adaptabilidad, sin embargo, no quiere decir que no existan unos óptimos para su correcto desarrollo y producción.

Conocer las características del suelo es fundamental para una buena planificación del cultivo, ya que afecta directamente a la fertilización y al manejo del riego. De forma más particular, el estudio del suelo antes de la plantación permite establecer unas correctas labores preparatorias, anticipando posibles soluciones ante limitaciones del crecimiento de los árboles.

1.1. Limitaciones físicas

Las condiciones físicas que afectan al buen desarrollo radicular y crecimiento del olivo son: textura, estructura, condiciones de aireación y profundidad.

En general, el olivo prefiere suelos homogéneos en cuanto a su textura, evitando problemas en el flujo vertical del agua y sin comprometer la aireación. En Andalucía (donde la pluviometría no suele superar los 500-600 mm anuales) el olivo prefiere una apreciable, pero no excesiva, proporción de elementos finos siendo las texturas más idóneas la de suelos franco-arcillosos, franco-arcillo-arenosos y arcillo-arenosos, debido a su buena capacidad de retención de agua útil y permeabilidad, que proporcionan una aireación aceptable.

Por otro lado, la estructura también desempeña un papel fundamental en el correcto desarrollo del olivar. Una buena proporción de agregados, incentivados por la acción de agentes agregantes (fundamentalmente materia orgánica, óxidos de hierro y calcitas) y arcillas flocladas, es indispensable tanto en los horizontes superficiales como en el subsuelo. Los agregados estables, proporcionan un buen desarrollo radicular, aumentan la permeabilidad y por tanto la cantidad de agua disponible, aumentan la aireación y limitan la erosión superficial.

Debido a que el crecimiento radicular en el olivo tiende a ser más bien superficial, profundidades útiles comprendidas entre los 70-120 cm serán suficientes para su cultivo, sobre todo en el caso de utilización de sistemas de riego localizado.

La asfixia radicular puede ser un gran enemigo del olivo, sobre todo en estado de plantón e individuos jóvenes (4-5 años desde la plantación), por lo que la saturación de agua en el perfil, debido a la presencia de grandes acumulaciones de arcillas o capas impermeables, debe ser corregidas con acciones tales como la construcción de camellones.

1.2. Limitaciones químicas

Las propiedades químicas más importantes del suelo son el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la salinidad y la presencia de sustancias tóxicas como el boro y cloruros. Estos aspectos deben ser conocidos antes de la plantación para anticipar y remediar posibles problemas que puedan afectar al normal desarrollo.

Buenos niveles de materia orgánica (M.O.) intervienen directamente en la reserva de nutrientes en el suelo. Este material originado por descomposición de material vegetal o animal da lugar al *humus* (materia orgánica de tamaño coloidal, muy estable y descompuesta), que presenta una tasa de mineralización muy baja (1-2% anual) pero que debido a sus propiedades físico-químicas (elevada superficie específica, baja densidad, alta porosidad...) le proporciona la capacidad de acumular nutrientes y agua. Por otra parte, la descomposición de la M.O. libera nutrientes esenciales (nitrógeno, azufre y micronutrientes) que ayudan en el crecimiento vegetal.

Las arcillas y el humus debido a su gran superficie de adsorción son los principales agentes que delimitan la CIC, propiedad que permite la reserva de nutrientes disueltos en el suelo. Debido a que muchos nutrientes esenciales se presentan en la disolución del suelo como cationes (calcio [Ca^{2+}], magnesio [Mg^{2+}], potasio [K^+], amonio [NH_4^+], etc.), la presencia de cargas negativas en la su superficie de arcillas y humus, permite su adsorción mediante fuerzas electrostáticas o reacciones químicas. Algunos cationes están asociados a la superficie de arcillas y humus sin llegar a ser parte de estos, por lo que pueden pasar a la disolución del suelo y ser cambiados por otros (intercambio catiónico).

Por otro lado, el pH es la propiedad del suelo más fácil de medir y que más información proporciona sobre el ambiente químico y los microorganismos del suelo. Influye en la actividad de microorganismos descomponedores de la M.O. así como en las reacciones de adsorción /desorción y disolución/precipitación que regulan la concentración de muchos nutrientes (fósforo [P], potasio [K], calcio [Ca], magnesio [Mg], hierro [Fe], manganeso [Mn], cobre [Cu], cinc [Zn], boro [B] y molibdeno [Mo]); siendo el rango de mayor disponibilidad de nutrientes el situado entre 6 y 7. El olivo crece bien en ambientes de pH 5,5-8,5 , pudiendo haber problemas de disponibilidad de nutrientes por encima de pH 7,5.

Elevadas concentraciones de sales disueltas pueden generar problemas de salinidad, que puede derivar en dificultades de absorción de agua por parte de las plantas y problemas de toxicidad. La salinidad se evalúa mediante conductividad eléctrica (CE) de la disolución del suelo a saturación (conductividad eléctrica en el extracto de saturación (CE_e)) y se expresa en deciSiemens por metro ($\frac{dS}{m}$)

Excesos de boro y cloruro pueden ser fitotóxicos, pero cabe destacar que el olivo es más tolerante a alto niveles de los mismos que otros cultivos. Existen pocos datos, pero se estima que los árboles se ven afectados en grado ligero cuando las concentraciones de cloruro en el extracto de saturación sobrepasan los $10 \frac{mmoles}{L}$ y en el caso de boro $2 \frac{mmoles}{L}$.

2. Análisis de suelo

2.1. Muestreo

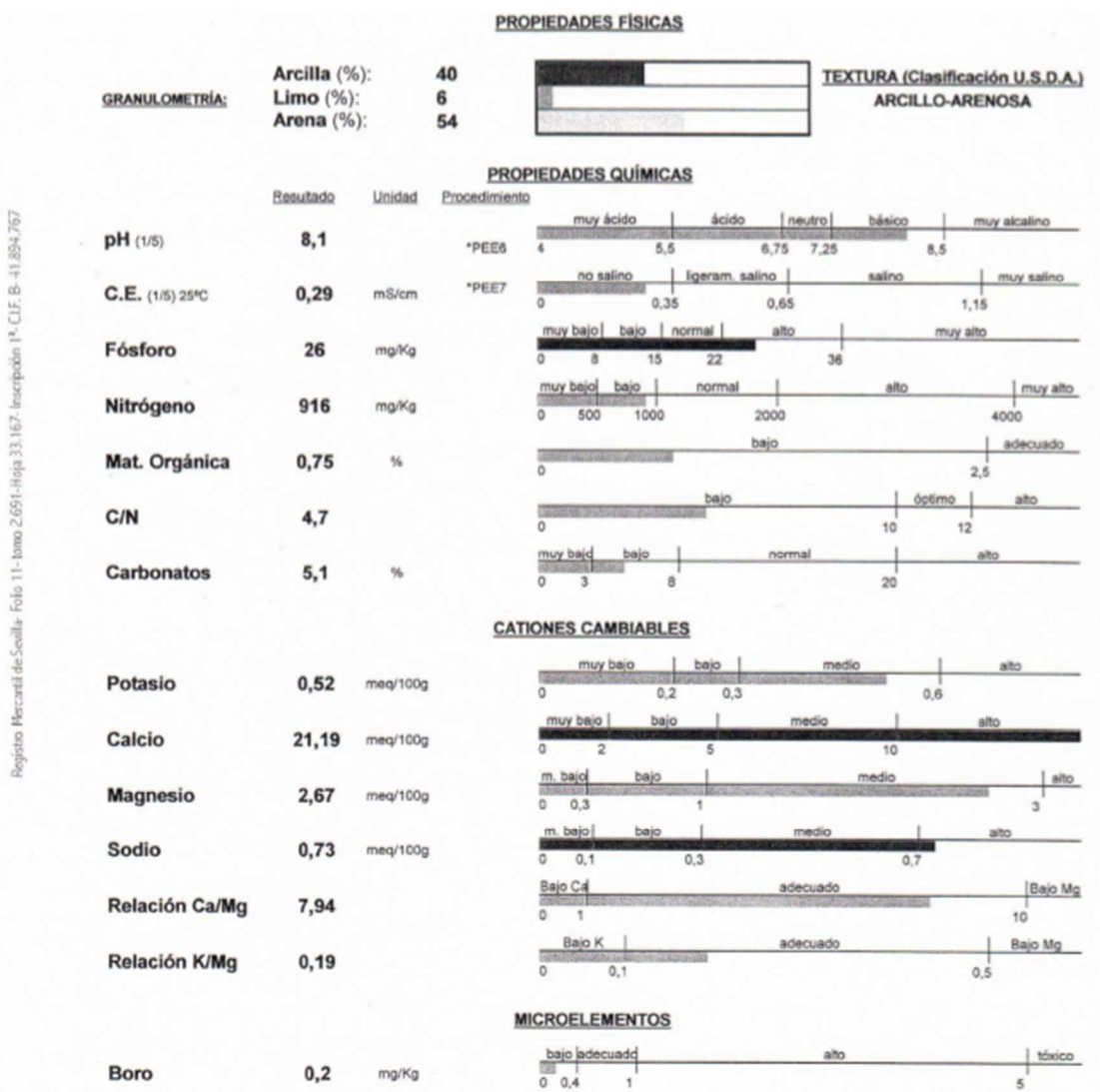
La fase de muestreo supone, junto con los fallos de laboratorio, la mayor fuente de error en el proceso analítico, por lo que es importante una correcta ejecución del mismo. Debido a la homogeneidad de la finca, se ha tomado una muestra compuesta por 20 submuestras tomadas aleatoriamente a lo largo de las 20,99 ha que conforman la parcela. Tras su recolección, se han mezclado todas y se han dispuesto a secarse durante 3 días al aire, eliminando posteriormente restos orgánicos visibles y piedras. Una vez secas se depositaron en bolsas rotuladas y fueron enviadas al laboratorio.

2.2 Informe analítico del suelo

Las muestras de suelo han sido analizadas por *“Agrama, Science & Life. Análisis agroalimentarios y ambientales”* con domicilio en polígono industrial Nacoisa, calle Carmen Martín nº 10-11. La Rinconada (Sevilla), C.P: 41039.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación en forma de documento cedido por el laboratorio:

Figura 1: Resultados análisis de suelo.



2.3 Interpretación del análisis

2.3.1 Análisis físico

Los datos arrojados por el laboratorio sobre la granulometría nos informan sobre la proporción de la fracción mineral del suelo, es decir de la naturaleza y proporción de los elementos que configuran su textura.

En nuestro caso, el propio laboratorio aparte de mostrarnos las cantidades de arena, limo y arcilla nos da la textura según la clasificación U.S.D.A. (United States Department of Agriculture). Nuestra parcela presenta un tipo de suelo de textura arcillo-arenoso, con unas proporciones de 54% arena, 40% arcilla y 6% limo. En la práctica, en esta textura al predominar las arenas y arcillas el suelo tendrá una gran permeabilidad y aireación, permitiendo una buena circulación de agua y gases por el espacio poroso, sin problemas de drenaje. Del mismo modo, la acción de las arcillas tendrá tendencia a la formación de agregados, que den estabilidad a la estructura del suelo y faciliten la retención de agua y nutrientes.

Las propiedades físicas del suelo pueden ser estimadas a partir de la textura. En la tabla siguiente (Israelsen y Hansen, 1979) se muestra el comportamiento de un suelo de textura arcillo-arenosa:

Tabla 1: Propiedades físicas de suelo de textura arcillo-arenosa.

Textura	Porosidad total (%)	Densidad aparente	Capacidad de campo	Punto de marchitez (%)	Humedad total disponible		
					Peso (%)	Volumen (%)	$\frac{cm}{m}$
arcillo-arenoso	51	1,30	31	15	16	21	21

2.4 Interpretación del análisis químico

2.5 pH

Según el análisis, nuestro suelo presenta un pH de 8,1 por lo que podemos categorizarlo como básico. Es frecuente encontrar en los suelos mediterráneos pH ligeramente básicos, generalmente calizos, con tendencia a presentar problemas de carencias inducidas de Fe, Mn, Zn (baja solubilidad) y precipitación de P (fosfato de calcio).

2.6 Materia orgánica

Los niveles de materia orgánica presentes en el suelo son bajos (0,75%) ya que se considera un nivel crítico de materia orgánica cuando desciende de niveles en torno al 1,5% por lo que deberá tomarse en consideración realizar un aporte de 15-20 toneladas de estiércol en preplantación que eleve los niveles.

2.7 Relación carbono/nitrógeno

Nuestro suelo presenta una relación C/N de 4,7, nivel muy bajo pero predecible puesto que nuestro nivel de M.O. también lo es. Una buena relación estaría comprendida entre los 9-11 por lo que este parámetro deberá ser objeto de estudio. Se prevé que el ritmo de humificación sea bajo, tendiendo la M.O. a estar muy mineralizada. Este hecho puede repercutir en la disponibilidad de elementos nutritivos y formación de agregados estables.

2.8 Salinidad

El dato de la conductividad eléctrica (CE) nos informa de los niveles de sales disueltas presentes en el suelo y será de ayuda a la hora de estudiar la salinidad del mismo.

Según los datos arrojados, nuestro suelo presenta una CE (1/5 H_2O ; 25 °C) de $0,29 \frac{dS}{m}$, por lo que al ser superior a $0,20 \frac{dS}{m}$ podría pensarse que hubiera una ligera salinidad.

2.9 Nitrógeno

El nivel de nitrógeno presente en nuestro suelo es bajo ya que niveles normales se encuentran entre 0,18-0,20 % y nos encontramos con 0,0916% (Kjeldahl). Este dato era previsible siguiendo la tónica de nuestra relación C/N y proporción de M.O.

2.10 Fósforo

En relación al fosforo, el suelo presenta 26 ppm (Olsen), nivel alto para un suelo arcillo-arenoso.

2.11 Potasio

El análisis revela un valor de $0,52 \frac{meq}{100g}$ de potasio, que conocido que 391 ppm de potasio es $1 \frac{meq}{100g}$ hablaríamos de 203,32 ppm. Este nivel se encuentra dentro de los valores normales del elemento para un suelo de su textura, por lo que no debemos preocuparnos por su valor.

2.12 Magnesio

En cuanto al magnesio, vemos en los resultados que los niveles son de $2,67 \frac{meq}{100g}$. Este dato entra dentro de los valores comunes de magnesio, por lo que no supondrá ninguna limitación ni problema.

2.13 Calcio

Para el calcio, se observan valores de $21,19 \frac{meq}{100g}$, niveles bastante altos ya que resultados normales están en el rango de $10-14 \frac{meq}{100g}$. Este hecho deberá ser motivo de estudio.

2.14 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La capacidad de intercambio catiónico del suelo nos informa sobre la cantidad de cationes adsorbidos al complejo de cambio. En nuestro caso, nuestra CIC es de $25,11 \frac{meq}{100g}$ nivel elevado para un suelo de textura media.

3. Conclusiones

El suelo presenta una textura aceptable para el cultivo del olivo. Debido a su condición arcillo-arenosa la permeabilidad se verá favorecida, al igual que el drenaje, aportando buena aireación y circulación vertical del agua, esencial para el desarrollo del sistema radicular, el cual tiende a la superficialidad y se ve perjudicado en situaciones de asfixia. Del mismo modo, debido a la fracción arcilla, también supondrá un buen almacén de agua y nutrientes.

Siendo nuestro pH de 8,1 no debemos tener problemas a la hora de implantar el olivar, puesto que no existen problemas de desarrollo en pH comprendidos entre 5,5-8,5.

Cabe destacar que los niveles de M.O. son bajos, por los que en preplantación se aportará estiércol (20-30 toneladas), favoreciendo de este modo la reactivación de la actividad microbiana que supondrá un aumento de reservas de humus y de la relación C/N.

En cuanto a la fertilidad, los niveles de fósforo y potasio son adecuados, por lo que se preverá un buen desarrollo del bulbo radicular. Sin embargo, existen algunos problemas con el nitrógeno. Esto es debido a que el nitrógeno no se puede almacenar en el suelo en forma mineral, sino que se encuentra presente en forma de nitratos y amonio que son fácilmente lavados, pero como nuestra plantación dispondrá de un sistema de fertilización por fertirrigación, este tema será abordado más adelante.

Podría pensarse que el suelo es ligeramente salino, pues la CE supera por poco los $0,20 \frac{dS}{m}$, pero debido a la alta tolerancia del olivo a las sales no supondrá ningún inconveniente.

Anejo 3: Análisis del agua de riego

Índice

1. Introducción.....	51
2. Análisis de agua	51
2.1 Interpretación del análisis	52
2.1.2 Bondad del análisis.	52
2.1.3 pH.....	53
2.1.4 Salinidad.....	53
2.1.5 Sodicidad.....	53
2.1.6 Dureza	55
2.1.7 Índice de saturación de Langelier	56
2.1.8 Toxicidad iónica específica.....	58
3. Conclusiones.....	58

1. Introducción

Para la puesta en riego de la plantación se utilizará agua proveniente de pozo, situado en la propia finca. La zona cuenta con buenas reservas de agua en forma de acuíferos por lo que no se esperan problemas de aprovisionamiento en las estaciones más secas.

A la hora de realizar una plantación, el estudio del agua de riego es un punto importante ya que la calidad de la misma puede condicionar el cultivo. Por una parte, puede suponer un aporte nutritivo para la planta, pero en el peor de los casos también puede resultar fitotóxico. La calidad del agua viene condicionada, principalmente, por la cantidad y tipo de sales disueltas que presenta, por lo que nuestro análisis se basará en éstas. Los principales problemas que suelen presentar los suelos, y que determinan la calidad del agua, son salinidad, sodicidad y toxicidad, entre otros problemas más complejos.

El olivo es una planta que presenta gran tolerancia frente a aguas de poca calidad. A diferencia de otros cultivos, el olivo admite la presencia de moderadas-altas concentraciones de sales llegando algunas variedades a soportar hasta $4 \frac{g}{L}$ de NaCl.

Para un correcto análisis, es necesario que la toma de muestras se realice correctamente. Para ello, se deben recoger muestras homogéneas y representativas del pozo con ayuda de un envase de vidrio limpio. De este modo, se sumergirá el envase a una profundidad de 20 cm en la reserva de agua, evitando que se cree una cámara de aire, y cuando esté el recipiente lleno se cerrará y rotulará para ser enviado a laboratorio.

2. Análisis de agua

El análisis ha sido realizado por “Agrama, Science & Life. Análisis agroalimentarios y ambientales” con domicilio en polígono industrial Nacoisa, calle Carmen Martín nº 10-11. La Rinconada (Sevilla), C.P: 41039.

Figura 1: Análisis del agua de riego.

ANÁLISIS QUÍMICO SOBRE MUESTRA DE AGUA DE RIEGO					
pH (PEE1)*:		6,9			
C. E. 25°C (mS/cm) (PEE2)*:		0,94			
CATIONES			ANIONES		
		meq/l	ppm		
Sodio (PEE10):		2,44	56	Sulfatos (PEE4)*:	1,24 60
Potasio (PEE11):		0,08	3	Carbonatos (PEE3)*:	0,00 0
Calcio (PEE12):		4,26	85	Bicarbonatos (PEE3)*:	5,51 336
Magnesio (PEE13):		1,77	22	Cloruros (PEE14):	2,45 87
				Nitratos (PEE5)*:	0,12 7
PARÁMETROS					
RAS*:		1,84		Dureza (mg CO3Ca):	302
Clasificación C-S:		C3-S1		Índice Langelier:	-0,34
OTROS					
			ppm		
Boro	(E. U-VIS):		0,08		

2.1 Interpretación del análisis

Se usarán como directrices para el estudio de la calidad del agua de riego las normas que recomienda la FAO, las cuales fueron publicadas en el boletín nº 29 de la serie "Riego y drenaje" (Ayers, R.S. y Westcot, D.W., 1987)

2.1.2 Bondad del análisis.

En pos de velar por la veracidad del análisis, en primer lugar procedemos a verificar que la suma de los cationes presentes sea igual a la de los aniones, expresados en $\frac{me}{L}$ y siendo permitido un error del 10% tanto por exceso como por defecto.

$$\sum \text{cationes} \left(\frac{me}{L} \right) = \sum \text{aniones} \left(\frac{me}{L} \right)$$

$$(2,44 + 0,08 + 4,26 + 1,77) = (1,24 + 5,51 + 2,45 + 0,12)$$

$$8,55 \approx 9,32$$

$$9,32 \times 0,10 = 0,932$$

$$0,932 < (9,32 - 8,55); 0,932 > 0,77$$

Al ser menor la variación entre aniones y cationes que el 10% de error permitido, podremos asegurar que el análisis no presenta ningún defecto.

2.1.3 pH

El pH del agua de riego juega un papel fundamental en nuestro sistema productivo, al igual que el del suelo, por lo que debe hacerse su análisis y correcto estudio.

Un pH óptimo del agua de riego es necesario para no comprometer la disponibilidad de nutrientes al cultivo, pues este factor puede producir reacciones indeseables con los productos utilizados en la fertirrigación, facilitar precipitaciones que obturen los sistemas de riego e incluso alterar las propiedades del suelo.

Se sabe que un pH comprendido entre 5,5-6,5 en el agua de riego asegura una buena nutrición de la planta, sin ocasionar reacciones con los principales elementos que pueden producir precipitaciones o quedar de forma inasimilable (Fe, Ca, Mg y P).

En nuestro caso, las muestras arrojan unos resultados de pH = 6,9, nivel normal si lo comparamos con la escala de acidez-basidad, pero como hemos visto sería aconsejable bajarlo al rango 5,5-6,5 para remediar posibles precipitaciones.

2.1.4 Salinidad

En el agua de riego siempre están presentes ciertas cantidades de sales disueltas que pueden generar problemas de salinidad. Este hecho ocasiona problemas para el cultivo a la hora de poder proveerse de agua y nutrientes, pues la presión osmótica aumenta haciendo que la extracción del agua necesite de más energía.

El estudio de la salinidad se realiza con el parámetro de la conductividad eléctrica (C.E.) que nos informa de la cantidad de sales disueltas, pero no de cuáles están presentes. Existen umbrales para cuantificar la posibilidad de riesgos de salinidad, como se expresa a continuación:

Tabla 1: Riesgo de salinidad según conductividad eléctrica.

C.E. 25 °C ($\frac{dS}{m}$)	Riesgo de salinidad
<0,7	Ninguno
0,7 – 3	Ligero a moderado
>3	Severo

Dado que nuestra C.E. es de $0,94 \frac{dS}{m}$, nos encontramos con un riesgo medio de salinidad, por lo que a la hora de calcular el requerimiento de lavado en el anejo pertinente de riego, este dato deberá tenerse en cuenta.

2.1.5 Sodicidad

La relación de absorción de sodio (RAS) es un parámetro que nos ayuda a estimar los posibles problemas derivados del aporte de Na al suelo. Elevadas concentraciones de sodio intercambiable en el suelo (PSI) alteran la estructura y provocan la dispersión de las arcillas, ocasionando problemas de infiltración y permeabilidad, dificultan la germinación de

semillas, provocan situaciones de asfixia radicular, costra superficial y erosión de los horizontes superficiales, encharcamiento y mayor incidencia de enfermedades entre otros inconvenientes.

LA evaluación de la sodicidad del agua de riego se lleva a cabo con ayuda de la C.E. y la relación de adsorción de sodio corregida (RAS°). A través de estos datos podremos vaticinar problemas asociado con el sodio, y de infiltración derivados del mismo. Para el cálculo del RAS° usaremos la siguiente expresión:

$$RAS^{\circ} = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+} + Mg^{2+}}{2}}}; \text{los tres iones en } \frac{me}{L}$$

Para el cálculo del calcio corregido (Ca°), se precisa la C.E. así como la relación entre las concentraciones de Ca^{+} y HCO_3^{-} , en $\frac{me}{L}$, así como que se den las siguientes premisas:

- Existe una fuente de Ca en el suelo.
- No existen precipitados de Mg.
- La presión relativa de CO_2 en el suelo superficial es de 0,0007 atmósferas.

Figura 2: Relaciones Ca^{+} , HCO_3^{-} , C.E. para el cálculo de Ca°

HCO_3^{-}/Ca	Salinidad del agua de riego, dS/m											
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
0,05	13,20	13,61	13,92	14,40	14,79	15,26	15,91	16,43	17,28	17,97	19,07	19,94
0,10	8,31	8,57	8,77	9,07	9,31	9,62	10,02	10,35	10,89	11,32	12,01	12,56
0,15	6,34	6,54	6,69	6,92	7,11	7,34	7,65	7,90	8,31	8,64	9,17	9,58
0,20	5,24	5,40	5,52	5,71	5,87	6,06	6,31	6,52	6,86	7,13	7,57	7,91
0,25	4,51	4,56	4,76	4,92	5,06	5,22	5,44	5,62	5,91	6,15	6,52	6,82
0,30	4,00	4,12	4,21	4,36	4,48	4,62	4,82	4,98	5,24	5,44	5,77	6,04
0,35	3,61	3,72	3,80	3,94	4,04	4,17	4,35	4,49	4,72	4,91	5,21	5,45
0,40	3,30	3,40	3,48	3,60	3,70	3,82	3,98	4,11	4,32	4,49	4,77	4,98
0,45	3,05	3,14	3,22	3,33	3,42	3,53	3,68	3,80	4,00	4,15	4,41	4,61
0,50	2,84	2,93	3,00	3,10	3,19	3,29	3,43	3,54	3,72	3,87	4,11	4,30
0,75	2,17	2,24	2,29	2,37	2,34	2,51	2,62	2,70	2,84	2,95	3,14	3,28
1,00	1,79	1,85	1,89	1,96	2,01	2,09	2,16	2,23	2,35	2,44	2,59	2,71
1,25	1,54	1,59	1,63	1,68	1,73	1,78	1,86	1,92	2,02	2,10	2,23	2,33
1,50	1,37	1,41	1,44	1,49	1,53	1,58	1,65	1,70	1,79	1,86	1,97	2,07
1,75	1,23	1,27	1,30	1,35	1,38	1,43	1,49	1,54	1,62	1,68	1,78	1,86
2,00	1,13	1,16	1,19	1,23	1,26	1,31	1,36	1,40	1,48	1,54	1,63	1,70
2,25	1,04	1,08	1,10	1,14	1,17	1,21	1,26	1,30	1,37	1,42	1,51	1,58
2,50	0,97	1,00	1,02	1,06	1,09	1,12	1,17	1,21	1,27	1,32	1,40	1,47
3,00	0,85	0,89	0,91	0,94	0,96	1,00	1,04	1,07	1,13	1,17	1,24	1,30
3,50	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,94	0,97	1,02	1,06	1,12	1,17
4,00	0,71	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,86	0,88	0,93	0,97	1,02	1,07
4,50	0,66	0,68	0,69	0,72	0,74	0,76	0,79	0,82	0,86	0,90	0,95	0,99
5,00	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,80	0,83	0,88	0,93
7,00	0,49	0,50	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74
10,00	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58
20,00	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37

- C.E. = $0,94 \frac{ds}{m}$
- $[HCO_3^-] = 5,51 \frac{me}{L}$
- $[Ca^{2+}] = 4,26 \frac{me}{L}$
- $\frac{[HCO_3^-]}{[Ca^{2+}]} = 1,29$

En nuestro caso, el laboratorio ya nos da el dato de RAS° que tiene un valor de 1,84, junto con el dato de la C.E. ($0,94 \frac{ds}{m}$) podemos deducir según la siguiente tabla que no existen problemas de riesgo de sodicidad del suelo al regar con esta agua de riego:

Tabla 2: Riesgo de Sodicidad en agua de riego según RAS° y C.E.

	Ninguno	Ligero-moderado	Severo
RAS°	C.E. 25°C $\frac{ds}{m}$		
0 - 3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3 - 6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6 - 12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12 - 20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20 - 40	> 5	5 - 2,9	< 2,9

2.1.6 Dureza

Al hablar de dureza hacemos referencia a la concentración de minerales disueltos, en particular iones magnesio y calcio ($[Mg^{2+}]$; $[Ca^{2+}]$) presentes en el agua. A través de estos cationes divalentes, podremos definir la dureza presente en el agua, que nos hará prever la posibilidad de obturación de los goteros. Para su cálculo, generalmente, se usan los grados hidrométricos franceses ($1^\circ F = 1g \text{ de } CaCO_3/l$)

$$Dureza (^\circ F) = 5 \times \left(\frac{me}{L} \text{ de } Mg^{2+} + Ca^{2+} \right)$$

$$Dureza (^\circ F) = 5 \times (4,26 + 1,77) = 30,15^\circ F$$

Según la tabla que se muestra a continuación, podemos decir que nuestra agua es medianamente dura.

Figura 3: Relación de dureza del agua y °F

Tipo de agua	* Higrométricos franceses
Muy dulce	< 7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	> 54

2.1.7 Índice de saturación de Langelier

El índice de saturación de Langelier (Is) se usa para la evaluación del riesgo de obturación de la red de riego. Se basa en los equilibrios de anhídricos carbónicos, carbonatos-bicarbonatos, la temperatura, el pH, la concentración de calcio y la salinidad total del agua.

Para su determinación se utiliza la siguiente formula:

$$Is = pH - pHc$$

pH = valor de pH del agua

pHc = valor teórico calculado de pH al cual un agua con una determinada alcalinidad y contenido en Ca está en equilibrio (ni sobresaturada ni subsaturada de carbonato cálcico).

$$pHc = (pK_2 - pKc) + p(Ca) + p(Alk)$$

Los valores de pK_2 - pKc , $p(Ca)$, $p(Alk)$ se obtienen con la ayuda de unas tablas y conocido previamente los contenidos de Ca, Mg, Na, CO_3^{2-} , HCO_3^- .

En nuestro caso, el análisis del laboratorio contiene calculado el Is = -0,34. Para su interpretación usaremos la tabla siguiente:

Figura 4: Riesgo de obturación según Is

Is	Riesgo
Negativo	Ninguno
0	pequeño
0 - 0,5	Medio
0,5 - 1	Alto
> 1	Muy alto

Como se puede comprobar, según los resultados del laboratorio no deberían existir riesgos de obturación ya que el resultado del índice es negativo. Sin embargo, se decidió ´realizar su cálculo para contrastar la información, pues con un agua medianamente dura parece extraño:

- $[Ca] = 4,26 \frac{me}{L}$.
- $[Mg] = 1,77 \frac{me}{L}$.
- $[Na] = 2,44 \frac{me}{L}$.
- $[CO_3^{2-}] = 0,00 \frac{me}{L}$.
- $[HCO_3^-] = 5,51 \frac{me}{L}$.

Figura 4: Procedimiento para calcular el pHc del agua.

pHc = (pK ₂ - pKc) + pCa + p(Alk)			
pK ₂ - pKc is obtained from the concentration of Ca + Mg + Na in me/l			
pCa is obtained from the Ca in me/l			
p(Alk) is obtained from the concentration of CO ₃ + HCO ₃ in me/l			
Concentration (me/l)	pK ₂ - pKc	pCa	p(Alk)
0.05	2.0	4.6	4.3
0.10	2.0	4.3	4.0
0.15	2.0	4.1	3.8
0.20	2.0	4.0	3.7
0.25	2.0	3.9	3.6
0.30	2.0	3.8	3.5
0.40	2.0	3.7	3.4
0.50	2.1	3.6	3.3
0.75	2.1	3.4	3.1
1.00	2.1	3.3	3.0
1.25	2.1	3.2	2.9
1.50	2.1	3.1	2.8
2.00	2.2	3.0	2.7
2.50	2.2	2.9	2.6
3.00	2.2	2.8	2.5
4.00	2.2	2.7	2.4
5.00	2.2	2.6	2.3
6.00	2.2	2.5	2.2
8.00	2.3	2.4	2.1
10.00	2.3	2.3	2.0
12.50	2.3	2.2	1.9
15.00	2.3	2.1	1.8
20.00	2.4	2.0	1.7
30.00	2.4	1.8	1.5
50.00	2.5	1.6	1.3
80.00	2.5	1.4	1.1

$$pK_2 - pKc \text{ se obtiene de } = [Ca] + [Mg] + [Na] = 4,26 + 1,77 + 2,44 = 8,47 \frac{me}{L} = 2,30$$

$$p(Ca) \text{ se obtiene de } = [Ca] = 4,26 \frac{me}{L} = 2,44$$

$$p(Alk) \text{ se obtiene de } = [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] = 5,51 \frac{me}{L} = 1,79$$

$$pHc = 2,30 + 2,44 + 1,79 = 6,43$$

$$Is = 6,9 - 6,53 = 0,37$$

Existe por tanto cierto riesgo de obstrucción de los goteros.

2.1.8 Toxicidad iónica específica

Los iones que con más frecuencia pueden ocasionar problemas de toxicidad derivada de su presencia en el agua son el Cl, Na y B. En la siguiente tabla se encuentran recogidas las directrices para la evaluación de la toxicidad de dichos elementos y la restricción del uso del agua por su presencia, aunque la FAO solo garantiza que se cumplan dichas estimaciones cuando el riego sea aplicado en superficie y aspersión:

Tabla 6: Toxicidad por iones específicos y restricción del uso de agua

Toxicidad	Unidades	Grado de restricción de uso	
		Ninguno	Ligero a moderado
Sodio	RAS °	< 3	3 - 9
Cloro	me/L	< 3	> 3
Boro	mg/L	< 0,7	0,7 - 3

Si asumimos estos valores de FAO con la precaución de que el agua va a ser usada por goteo, podemos prever que el NA no dará problemas, pues nuestro RAS° = 1,84. En relación al cloro nos encontramos en la misma tónica, pues nuestro análisis arroja una concentración de $2,45 \frac{me}{l}$. Por último, el boro en nuestra agua es de $0,08 \frac{mg}{l}$ por lo que no es problema tampoco.

3. Conclusiones

Tras analizar las propiedades del agua de riego, podríamos decir que es apta para el cultivo del olivo. Cabe destacar que existen algunos factores que se deben tener en cuenta. En relación a la salinidad, el agua de riego presenta un riesgo medio según la C.E. por lo que se deberá tomar en cuenta a la hora de calcular el requerimiento de lavado. Sin embargo, no existe ningún problema de sodicidad ni toxicidad por iones específicos. La cantidad de nitratos también es muy baja ($0,12 \frac{me}{l}$), por lo que no supone un riesgo asociado, ya que según se recoge en las normas FAO del boletín nº29 de 1987, la mayoría de los cultivos presentan sensibilidad en concentraciones superiores a $5 \frac{me}{L}$. Es cierto que la dureza del agua es algo elevada, por lo que podría presentarse problemas de obturación de los goteros que deberán contemplarse. A pesar de que un pH entre 5,5-6,5 nos aseguraría ningún precipitado químico y una correcta disponibilidad de elementos nutritivos, no se tomará ninguna medida para bajar nuestro pH de 6,9.

El olivo tolera bien la salinidad, por lo que con una buena dosis de riego y corrigiendo el lavado para no acumular excesivas sales en el suelo no debe de haber ningún problema a la hora de utilizar el agua del pozo presente en la finca para el riego. Un buen aprovisionamiento hídrico en los meses de máximas necesidades nos asegurará un perfecto desarrollo y una productividad plena.

Anejo 4: Diseño de la plantación

Índice

1. Introducción.....	63
2. Material vegetal.....	64
2.1 Arbequina	67
2.1.1 Origen y distribución.....	67
2.1.2 Características agronómicas	67
2.1.3 Hojas, fruto y hueso.....	68
2.1.4 Aceite	69
3. Preparación del terreno.....	69
3.1 Arranque de árboles	69
3.2 Labor profunda	70
3.3 Labores superficiales.	70
4. Marco de plantación	70
4.1 Intensivo	71
4.2 Superintensivo	71
4.3 Orientación de las filas.....	72
5 Plantación.....	72
5.1 Apertura de hoyos y plantación.....	73

1. Introducción

España es un país con gran tradición olivarera. A pesar de que en el siglo pasado (a partir de los años 40) hubo un descenso de productores, la introducción en los años 70-80 de los Planes de Reconversión del Olivar supusieron una inyección monetaria en el sector destinada tanto a sufragar la producción como la investigación. Como consecuencia de estas medidas surgió la Moderna Olivicultura, con cambios en los sistemas productivos que se apoyaron en la mecanización, aumento de la densidad de plantación y en olivares a un solo pie que facilitaban las tareas. De este modo surgieron las conocidas como plantaciones intensivas.

La aceptación de estas innovaciones técnicas no fue inmediata, pues los productores criados en zonas típicamente olivareras, e instruidos en sistemas tradicionales, creían más en su conocimiento empírico que en las posibles mejoras. Lo que si fue rápidamente incluido en ambos sistemas (tradicional e intensivo) fue la implantación de riego en los inicios de los años 90, debido a los incrementos de producción observables a corto plazo.

A mediados de los años 90, el cultivo del olivo seguía en expansión en España gracias a la entrada en la UE, pero surgieron nuevas trabas. La dificultad para encontrar mano de obra, sobre todo en la recolección, dio lugar al nacimiento de lo que se conoce como sistema *superintensivo* o *en seto*, con densidades de plantación en torno a $2000 \frac{\text{olivo}}{\text{ha}}$. Este sistema de plantación vino acompañado de numerosos cambios en las técnicas de cultivo, como la formación en eje en lugar de en vaso o la recolección ayudada de una vendimiadora adaptada. De esta forma la mano de obra se veía reducida drásticamente al igual que el tiempo destinado a la cosecha. La entrada en plena producción también era más precoz debido a tener un mayor número de plantas por superficie. Pero también tenía algún que otro inconveniente, como un mayor desembolso inicial, restricciones en las variedades posibles de ser usadas, incremento de la complejidad en el manejo, falta de rentabilidad en superficies pequeñas y de topografía abrupta etc.

Para el diseño de una plantación deben tenerse en cuenta y bien fijados los objetivos a conseguir. En todo sistema productivo debe primar la rentabilidad económica, es decir obtener el mayor beneficio posible al menor coste, pero también con el menor impacto ambiental. Para ello, lo primordial es que la implantación se realice tras el estudio del medio. De esta forma aseguraremos que no existan factores limitantes que puedan minorar nuestra productividad. En nuestro caso, se realizaron estudios del ambiente edafoclimático, así como del agua de riego que abastecerá nuestro sistema, sin observarse limitaciones que no pudieran ser subsanadas con pequeños cambios. Un buen sistema será aquel que permita un aprovechamiento máximo del medio, y facilite las labores agrícolas, lo que contribuiría a una buena producción de calidad. Para alcanzar este objetivo, se estudiarán los beneficios e inconvenientes de los sistemas intensivo y superintensivo, y se elegirá aquel que aporte mayor beneficio a nuestro sistema.

2. Material vegetal

A la hora de diseñar una explotación de olivo, la elección de la variedad adecuada puede suponer un hecho clave a la hora de asegurar el éxito.

Desde el punto de vista de la diversidad, existen cuantiosas diferencias entre distintas variedades, pudiéndose vislumbrar en la morfología, precocidad de entrada en producción, vigorosidad, resistencia a condiciones climáticas adversas (heladas o sequías), resistencia a plagas y enfermedades, la cantidad de frutos o su tamaño, el contenido medio en ácidos grasos o su aptitud para ser destinada a mesa o producción aceitera entre otras.

Constatado anteriormente que no existen limitaciones en el ambiente edáfico, climatológico ni en el agua de riego, que no puedan ser solucionados, la elección del material vegetal se hará teniendo en cuenta los sistemas de producción previstos para el proyecto: intensivo y superintensivo. Con el fin de seleccionar una variedad que pueda satisfacer ambos modelos, haremos una breve comparativa entre las variedades más comunes con aptitud para el cultivo en seto, el cual requiere mayor especificidad en cuanto a exigencias de comportamiento. En concreto estudiaremos las variedades *Arbequina* (selección Arbequina AS-1, de la empresa Olint, grupo Agromillora), *Arbosana* (selección Arbosana i-43) *Koroneiki* (selección Koroneiki i-38), *Sikitita* y *Tosca 07*[®].

Para su comparación, estudiaremos características agronómicas relacionadas con la eficiencia de la recolección en continuo, producción, resistencia a enfermedades y adaptación climática.

Tabla 1: Resistencia a enfermedades y sensibilidad al frío.

Variedad	Precocidad (año)*	Resistencia al frío**	Resistencia a repilo**	Resistencia a tuberculosis***
Arbequina AS-1	2	4	3	0
Arbosana i-43	2	2	5	-
Koroneiki i-38	3	1	4	-
Sikitita	2	4	3	En Estudio
Tosca 07	2	2	4	En Estudio

* Primera cosecha superior a 0,5 kg por árbol

** Valoración según escala arbitraria de 1 a 5, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto

*** 0: media; -: menos que la media

Fuentes: Catálogo Olint, "Las mejores variedades para plantación del olivar en seto"; (Lacarte y Rius, 2010)

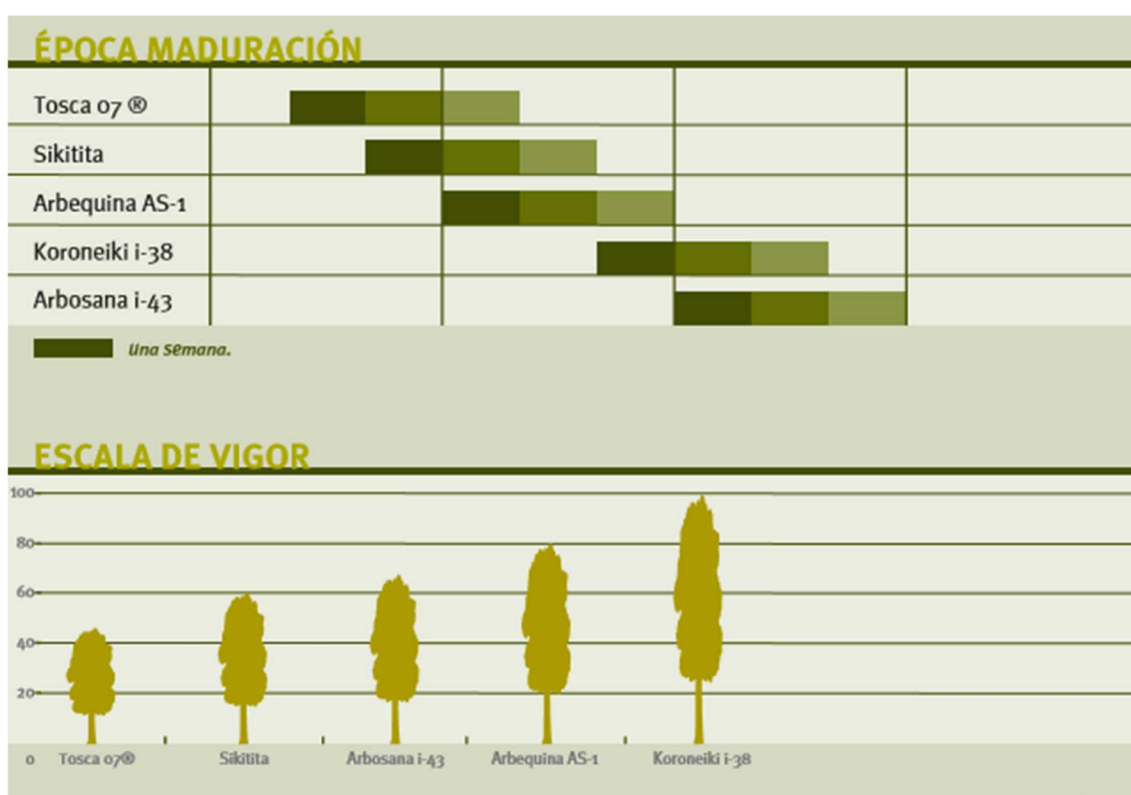
Tabla 2: Características del fruto.

Variedad	Peso fruto (g)	Rendimiento graso (% s.m.s.)	Humedad (%)
Arbequina AS-1	1,71	48,8	60
Arbosana i-43	1,43	51,8	55,5
Koroneiki i-38	1,07	51,1	54
Sikitita	2,7	49,65	60,8
Tosca 07	1,85	45,3	

% s.m.s.: % sobre materia seca

Fuentes: Catálogo Olint, "Las mejores variedades para plantación del olivar en seto", (Romero, Planas, y Tous, 2003);

Figura 1: Época de maduración y escala de vigor.



Fuente: (Lacarte y Rius, 2010)

Tabla 3: Evolución de la cosecha de aceituna ($\frac{kg}{ha}$) en 3 variedades usadas en cultivo en seto.

Variedad	2º año	3º año	4º año	5º año	6º año	7º año	8º año	9º año	10º año	Media
Arbequina AS-1	0	14.220	14.576	17.393	4.098	8.446	10.140	10.460	10.852	11.273
Arbosana i-43	618	16.585	8.520	18.285	7.498	17.397	8.976	5.302	10.808	12.921
Koroneiki i-38	4.728	17.562	5.289	10.015	3.350	14.779	10.384	13.360	8.568	10.447

Fuente: Catálogo Olint, "Las mejores variedades para plantación del olivar en seto"

Tabla 4 Evolución de la cosecha de aceite ($\frac{kg}{ha}$) en 3 variedades usadas en cultivo en seto.

Variedad	2º año	3º año	4º año	5º año	6º año	7º año	8º año	9º año	10º año	Media
Arbequina AS-1	0	2.042	1.915	2.660	902	1.683	2.072	1.990	2.058	1.915
Arbosana i-43	72	2.653	1.698	4.013	1.632	2.942	1.811	2.630	2.123	2.438
Koroneiki i-38	507	3.153	1.007	2.206	680	2.891	2.176	2.603	1.711	2.052

Fuente: Catálogo Olint, "Las mejores variedades para plantación del olivar en seto"

A la hora de abordar la comparativa, observamos que existen aún lagunas en relación al estudio de algunas variedades. Si bien se conocen parámetros suficientes para poder estimar la aptitud de todas, no es fácil encontrar datos de estudios en profundidad acerca del rendimiento de variedades como la Tosca 07[®]. Existen datos de productividad de autores italianos, como los obtenidos en la experiencia del Doctor Antonelli Filippo que asegura producciones de $4.557 \frac{kg}{ha}$ al segundo año para la variedad Tosca 07[®], datos que no nos motivan a su implantación ya que para el mismo trabajo variedades como Arbequina y Arbosana superaron la producción de Tosca 07[®] en $2.000 \frac{kg}{ha}$ a. En el caso de la variedad Sikitita, estudios de la universidad de Córdoba (UCO) realizados en la finca Frutaria (Villarasa, Huelva) arrojan cosechas de $12.000 \frac{kg}{ha}$ a, ofreciéndose en la misma experiencia resultados para la variedad Arbequina de $12.200 \frac{kg}{ha}$.

Para la elección, tuvimos predilección en primer lugar por la selección Arbosana i-43, pues como se observa en los datos de los estudios realizados por la empresa Olint (grupo Agromillora), dedicado al sector de la comercialización y producción de plantones de olivos certificados, es la que ofrece un mayor rendimiento. Poco después quedó descartada, ya que presenta cierta sensibilidad al frío, y aunque nuestras heladas no son muy duraderas como vimos en el anejo nº1 "**Estudio climático**", se observa en el histórico mínimas absolutas de -6,90 °C para el mes de enero que podrían comprometer nuestro cultivo.

Finalmente nos decidimos por la variedad Arbequina, selección Arbequina AS-1, pues es la que ofrece un mayor equilibrio en sus características agronómicas, ofreciendo bastante resistencia a las bajas temperaturas, precocidad en la entrada en producción y niveles aceptables en la productividad. Cabe mencionar que el uso de patrón no es necesario debido a la buena capacidad enraizadora que presenta la variedad.

2.1 Arbequina

2.1.1 Origen y distribución

Oriunda de Arbeca (Lérida), lugar de donde toma su nombre, se ha impuesto como la variedad más difundida en el mundo en modelos de alta densidad, y la más importante en el Noreste Español. Actualmente, se sitúa a la cabeza dentro de la producción en seto dentro de la Península Ibérica, teniendo gran presencia también fuera, sobre todo en países como Argentina.

2.1.2 Características agronómicas

Se trata de una variedad rústica, de elevada productividad y entrada precoz en producción. Su vigor es reducido y de porte erecto. Posee una tasa de enraizamiento elevada y baja sensibilidad al frío y enfermedades, aunque en suelos muy calizos es susceptible a clorosis férrica. La maduración también es temprana, comenzando a principios de noviembre en las zonas cálidas del Hemisferio Norte.

De fácil formación en eje central, con brotes largos y poco ramificados, por lo que la mecanización de la recolección no supone un inconveniente, a excepción del uso de vibradores de tronco, ya que el pequeño tamaño del fruto dificulta la tarea. Esto no ocurre con el uso de máquinas cabalgantes.

Figura 2: Olivo variedad Arbequina. Plantación en seto.



2.1.3 Hojas, fruto y hueso

Presenta hojas acanaladas y algo ensanchadas en el ápice. La coloración del haz es verde ocre y el envés gris amarillo-verdoso. La curvatura longitudinal del limbo es epinástica.

Figura 2: Hoja olivo variedad Arbequina.



El fruto es de pequeño calibre, ovalado y corto. Presenta una fuerza de retención media. En verde, presenta un color verde oscuro tornando en la maduración a negro con mucha pruina.

Figura 3: Fruto olivo variedad Arbequina



2.1.4 Aceite

El aceite es de buena calidad, delicado y fragante, con cabida en todos los mercados y satisfacción generalizada ante toda expectativa.

En cuanto al color, domina el amarillo claro, pero se vislumbran matices de reflejos verdes.

En el examen olfativo, revela un frutado medio, limpio y persistente con matices herbáceos. Al gusto, predominan las sensaciones dulces, de aceituna y tomate maduro, junto con la almendra y la avellana que superan las sensaciones verde-frescas de alcachofa/cardo, oliva y tomate verde. Los niveles de amargo y astringente resultan bastante tenues, y en conjunto representan un óptimo equilibrio. (Lacarte y Rius, 2010)

El análisis químico muestra niveles no muy elevados de porcentajes de ácido oleico y de contenido total polifenoles, lo cual explica su clasificación como aceite de categoría “frutado ligero-medio”, ya que niveles bajos provocan que el aceite se enrancie (oxide) con facilidad, lo que es un inconveniente para su conservación.

3. Preparación del terreno

A la hora de planificar la plantación, independientemente del sistema elegido existen una serie de tareas preparatorias comunes. Éstas se basan en aportar a las raíces las condiciones ideales para una correcta exploración del suelo. Las tareas a realizar, así como la forma de ejecutarlas, varían en función al medio en el que se vaya a ejecutar el proyecto.

Estas tareas suponen un gran desembolso económico, pero no hay que olvidar que sólo se realizarán una vez y que pueden ser esenciales a la hora de asegurar el éxito de la explotación.

La planificación de las tareas para la preparación del terreno seguirá las etapas de *“Arranque de árboles”, “Labor profunda” y “Labores superficiales”*.

3.1 Arranque de árboles

Nuestra explotación ya se encuentra en funcionamiento, pero los árboles que integran nuestra parcela presentan una edad avanzada que empieza a limitar su producción, por lo que el primer paso de a la hora de materializar el proyecto será el arranque de los mismo. Para ello, pediremos a una empresa de prestación de servicio que retiren los olivos, la cual hace el trabajo a cambio de quedarse los árboles, para comercializarlos como plantas ornamentales. De esta forma, no tendremos que realizar ningún desembolso económico.

3.2 Labor profunda

Se realizará un pase con subsolador a fin de eliminar las posibles capas impermeables que existan en el perfil más profundo. De esta manera se creará una ruptura vertical de los horizontes que permitirá:

- Facilitar el desarrollo radicular.
- Aumentar la permeabilidad del suelo; favoreciendo la correcta circulación de agua y aire, evitando posibles encharcamientos superficiales.
- Eliminar piedras y raíces antiguas.
- Provocar la reactivación de la microbiota del suelo.
- Movilizar la reserva de nutrientes.

Esta labor se debe realizar con el suelo seco, pues será más efectiva la ruptura del suelo, y con una anticipación de 2-4 meses antes de la plantación.

En cuanto a la profundidad de actuación, a pesar de que la regulación es selectiva y variará en función del terreno donde se utilice, usaremos una medida de 70-80 cm según las características de nuestra parcela.

3.3 Labores superficiales.

Como vimos en el análisis de suelo, nuestro suelo tiene un bajo contenido en materia orgánica, baja relación C/N y baja disponibilidad de nitrógeno asimilable, por lo que se decidió que antes de la plantación se realizaría la incorporación de estiércol maduro para subsanar dichos problemas. Para ello, se utilizará un esparcidor de estiércol, que dispondrá en superficie de $20-30 \frac{t}{ha}$ de estiércol, usando después un cultivador para homogeneizarlo.

Por último, se dará un par de pases cruzados de cultivador para permitir que la superficie éste lo suficientemente homogénea para que los operarios puedan circular por la finca.

4. Marco de plantación

Las densidades utilizadas en olivares tradicionales son muy variables, según la zona de cultivo, yendo desde los $20 \frac{olivos}{ha}$ en olivares de Sfax (Túnez), con precipitaciones anuales inferiores a los 200 mm, hasta $400 \frac{olivos}{ha}$ en algunas comarcas de Toscana (Italia). Como término medio, en Grecia se han utilizado densidades altas, próximas a los $200 \frac{olivos}{ha}$; en Italia se han empleado densidades algo superiores a $100 \frac{olivos}{ha}$ y en España, las plantaciones tradicionales tenían alrededor de $75 \frac{olivos}{ha}$ (Barranco, Fernández-Escobar, Rallo, 2017)

En Andalucía, tradicionalmente se establecían densidades de $70-80 \frac{olivos}{ha}$ pero con una media de 3 pies por olivo, por lo que en total se disponían en torno a 210-240 pies por cada hectárea. Fue a partir de los años 60 cuando se comenzaron a hacer plantaciones a mayor densidad ($200-250 \frac{olivos}{ha}$) y un solo pie.

Con el tiempo, se fue constatando que este tipo de sistemas son más precoces en cuanto a entrada de producción, y que a partir de 9 o 10 años desde la implantación superan en producción a los tradicionales. Este hecho unido al aumento de la mecanización, sobre todo en la recolección, posibilitado por la reducción a un solo pie, han hecho que el número de hectáreas destinadas a olivares en seto e intensivo aumenten desde mediados del siglo pasado.

El aumento de la densidad del cultivo se consigue mediante un estrechamiento del marco de plantación, es decir dejar menos espacio entre olivos en la misma fila y entre filas. Seguidamente se van a estudiar los marcos de plantación, así como sus problemas e inconvenientes.

No podemos dejar de lado que se han evidenciado pérdidas de producción y problemas de manejo en altas densidades, relacionados con un desarrollo excesivo, que llegan a rebasar el volumen de copa óptimo. Como consecuencia de un mal manejo se produce sombreamiento excesivo y que deriva en una merma de la producción. También recalcar que los datos conocidos no permiten conclusiones más allá de los 16 años de la plantación, aunque en la actualidad la tendencia a realizar una poda de renovación está en auge, consistiendo en podar hasta la cruz y volver a formar a partir de 3 yemas las ramas principales que serán la base de la copa del seto, aunque aún existe mucha controversia en cuanto a la efectividad de los resultados en relación a la vuelta a una óptima producción, y son necesarios más estudios.

4.1 Intensivo

Este modelo se basa en una plantación de tipo permanente, es decir en la cual el número de olivos por hectárea se mantendrá durante la vida de la explotación. Por otro lado, para beneficiarnos de una rápida entrada en producción serán necesario un número comprendido entre 200 y 300 $\frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$, pero también se debe tener en cuenta que la mecanización se ve complica con distancias entre hileras inferiores a 6-7 m. En nuestro caso hemos decidido que la densidad de plantación sea de 250 $\frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$, para lo cual se utilizará un marco de plantación de 8 x 5 m.

4.2 Superintensivo

Este sistema incorpora marcos de plantación más pequeños, permitiendo de esta forma densidades que son más del triple de las tradicionales. Podría pensarse que de esta forma el sombreamiento pudiera causar problemas productivos, pero a diferencia de los modelos tradicionales e intensivos que se conducen en vaso y en los que se busca incrementar el volumen de copa para aumentar la superficie foliar externa (SFE), el cultivo en seto estrecho hace que la copa ocupe menos volumen, pero consigue aumentar el SFE, ya que con un correcto diseño y manejo se produce la iluminación de casi el completo de la copa.

En nuestras latitudes, hasta el momento se han estudiado diferentes combinaciones para el marco de plantación, observando que anchos entre hileras inferiores a 4 m pueden llegar a comprometer la iluminación del árbol. Del mismo modo, buscando la formación de un continuo vegetal en la fila para facilitar la mecanización de la recolección, tampoco es recomendable distanciamientos en la fila superiores a 1,5 m. Las condiciones climáticas y la capacidad de retención de agua del suelo deben ser un punto a tener en cuenta a la hora de

elegir el marco, aumentando la distancia entre olivos si es escasa la profundidad del suelo y el contenido en arcillas

Buscaremos una densidad tal que permita precocidad en la entrada en producción y que mantenga un rendimiento adecuado en la fase adulta. En nuestro caso, usaremos un marco de 4 x 1,5 m que nos proporcionará una densidad de $1.666 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$.

4.3 Orientación de las filas

A la hora de diseñar la plantación de un olivar, tanto el marco de plantación como la orientación de las filas son de vital importancia a la hora de maximizar la captación de luz. Como medidas generales, se establece que siempre que sea posible se orienten las filas en dirección norte-sur para conseguir dicho fin. En nuestro caso, dada la forma de la parcela (y para aprovechar el camino de servicios que recorre la parcela en dirección noreste-suroeste), optaremos por mantener la orientación del sistema preestablecido, es decir la dirección noroeste-suroeste.

5 Plantación

En este punto del proyecto, existen diferencias considerables entre los sistemas intensivo y superintensivo pero antes de entrar en las particularidades de cada sistema, hablaremos de las generalidades que acompañan a ambos:

En pos de evitar posibles daños en nuestros plantones jóvenes, se busca realizar la plantación tras salir del invierno o a principios de primavera, para de alguna forma evitar posibles heladas y promover el desarrollo radicular con el aumento de temperatura del suelo.

El material deberán ser plantones certificados provenientes de viveros autorizados y especializados en la propagación del olivo, cuya multiplicación se obtiene mediante el uso de estaquillas semileñosas enraizadas bajo nebulización. Con ayuda de fitohormonas y promotores del enraizamiento se consigue la producción de raíces que emergen de células que recobran su actividad meristemática. Gracias al control del calor de fondo y la nebulización, se permite el desarrollo radicular sin provocar la muerte de las hojas.

Figura 4: Estaquillas de olivo propagadas en vivero con nebulizador.



La adquisición de material certificado proveniente de vivero nos asegura la sanidad y autenticidad varietal y clonal de la planta. De observarse indicios de posibles ataques de Acariosis, Prays, Glifodes o tuberculosis las plantas deberán ser descartadas.

El traslado a la parcela debe hacerse asegurando la supervivencia de la planta, es decir protegiéndola del aire libre que pueda desecarla o producirle daños mecánicos. En caso de almacenarse antes de su plantación, lo ideal es hacerlo en contraposición al aire libre, para asegurar la iluminación, pero resguardadas del viento. Si fuese necesario se procedería a su regado.

Existen diferencias en cuanto a la edad y desarrollo recomendable de los plantones usados en los sistemas evaluados en este proyecto:

-**Intensivo:** se usarán plantones de edad comprendida entre 1-1,5 años y con una altura de alrededor de 1 m

-**Superintensivo:** plantas con edades situadas entre los 6 y los 8 meses y altura variable entre 50-70 cm.

5.1 Apertura de hoyos y plantación

Una vez se han arrancados los olivos que se encontraban en la plantación, y realizadas las labores preparatorias del terreno, es necesario el replanteo y la apertura de hoyos para colocar los plantones de olivo. En ambos sistemas, usaremos máquinas plantadoras con sistema de autoguiado y tecnología GPS , que suponen un ahorro de tiempo y mano de obra ya que son capaces de plantar hasta 6000 plantas al día. Debemos mencionar que en este punto se aprovechará para hacer el trazado de la red de riego.

Debido a la diferencia en el marco de plantación, cada sistema tendrá un plan de trabajo distinto a la hora de replantar y abrir los hoyos de plantación:

- **Intensivo:** como comentamos en el **punto 4**, usaremos un marco de plantación de 4 x 1,5 m, por lo que se dispondrá un olivo en las filas cada 1,5 metros.

- **Superintensivo:** en este modelo usaremos un marco de plantación de 5 x 8m, que establezca olivos distanciados entre líneas a 8 m, por lo que las aperturas se harán siguiendo esta medida de separación.

Las plantas utilizadas son de corta edad y muy sensibles, como vimos en el punto anterior, por lo que se deben tomar algunas medidas para su protección, como el empleo de tutores. Estos elementos sirven de guía conductora para formar el árbol en un solo eje central, evitando que el viento o el propio peso las mueva y desvíe en los primeros meses de desarrollo. En esta línea, para evitar daños ocasionados por el viento colocaremos en ambos casos los tutores en la dirección de los vientos predominantes (suroeste). Elegiremos en ambos casos un tutor de eucalipto, de un metro. Para la unión al plantón, usaremos hilo macarrón que hará nudos en forma de “8” hasta un total de 3-4 nudos. Siempre se hará por debajo de los brotes en desarrollo.

Para evitar daños en el tronco de nuestra planta emplearemos protectores. Estos objetos son utilizados para evitar entre otros el ataque de roedores y conejos, evitar daños por viento, estimulan el crecimiento del olivo por la retención de temperatura, actúan de barrera protectora cuando se aplican herbicidas y si son oscuros y estrechos impiden la entrada de luz a la base, y por lo tanto retrasan o inhiben la emergencia de arvenses. En ambos casos usaremos bolsas de polietileno negro perforadas para proteger los plantones.

Anejo 5: Técnicas de cultivo

Índice

1	Labores	79
1.1	Labores preparatorias.....	79
1.2	Plantación.	79
1.3	Labores posteriores a la plantación.....	79
1.3.1	Poda	79
1.3.1.1	Poda en olivar intensivo	80
1.3.1.2	Poda en olivar superintensivo.....	82
1.3.2	Fertilización.....	84
1.3.3	Riego localizado	84
1.3.4	Mantenimiento del suelo.	85
1.3.5	Plagas del olivo	85
1.3.5	Enfermedades del olivo	92
1.3.5.1	Calendario de tratamientos fitosanitarios.....	95
1.4	Recolección y transporte	96
1.4.1	Recolección en olivar intensivo	96
1.4.2	Recolección en olivar superintensivo	97

1 Labores

Dentro de las labores necesarias para la implantación del cultivo, se pueden diferenciar labores preparatorias y labores posteriores a la plantación.

1.1 Labores preparatorias

En este apartado se incluyen las tareas necesarias para favorecer que el medio consiga las condiciones óptimas para el olivo. De esta manera, como se especifica en el anejo nº4, **“Diseño de plantación”**, se realizarán las tareas pertinentes para el correcto desarrollo del sistema radicular.

1.2 Plantación.

El anejo nº4, **“Diseño de plantación”**, contiene toda la información referente al diseño y plantación de nuestro proyecto. Para ello se hicieron consideraciones distintas en cuanto a los criterios utilizados para los distintos sistemas en los que se basa este proyecto.

1.3 Labores posteriores a la plantación

Una vez que el cultivo ya está implantado en nuestra explotación, periódicamente se deben llevar a cabo una serie de tareas o labores que tienen como objetivo el mantenimiento del mismo, para asegurar un correcto desarrollo y producción. Dentro de estas labores, se contemplan la poda, fertilización, manejo de cubiertas vegetales y protección y control de plagas y enfermedades.

1.3.1 Poda

La poda consiste en la eliminación de masa vegetal con el fin de un establecer un equilibrio entre la función reproductiva y vegetativa, alcanzando la máxima producción posible a la par que una vitalidad plena del árbol. También está enfocada a prolongar el periodo productivo hasta el máximo, retrasando la senescencia y vejez.

La mejor fecha para su realización, corresponde con la parada invernal y justo tras la recolección. No se deben hacer con previsiones de descensos bruscos de temperaturas o heladas, pues la masa foliar actúa como isla de calor. De este modo, se establecerán podas entre noviembre-diciembre, de forma bienal para olivos adultos, y anual en jóvenes en fase de formación.

En este apartado, trataremos la poda según los dos sistemas objeto de estudio del proyecto. Así, cabe destacar que se establecerán diferencias en el manejo según ambos casos. En sistemas intensivos, el olivo seguirá técnicas de poda en vaso libre, mientras que en el olivar superintensivo se realizará una poda en seto. Entre las diferencias existente entre ambas técnicas, cabe recalcar que la poda en vaso libre busca respetar la tendencia natural del olivo,

mientras que la poda en seto busca la formación de un árbol de menor tamaño y densidad, que permita la utilización de cosechadora integrada, que pasando por encima, derriba y a la vez recoge la aceituna. En ambos casos, la formación será a un solo pie.

Se pueden distinguir tres fases dentro del crecimiento del olivo, que se traducirán en distintos métodos o formas de poda:

- La primera, se caracteriza por un gran crecimiento vegetativo, en el que la poda deberá estar enfocada a la formación de una estructura de sostén para el resto del árbol, manteniendo el equilibrio vegetativo, para lo cual las intervenciones de podas serán mínimas, respetando la tendencia natural del crecimiento.
- Una segunda, en el periodo adulto, de reproducción y gran producción con un adecuado crecimiento de brotes, en la cual las podas deberán ser ligeras para propiciar olivos con volúmenes cercanos a su óptimo para alargar el periodo productivo y maximizar la captación de luz.
- Un tercer periodo de vejez, caracterizado por un descenso productivo y en el crecimiento vegetativo, por lo que las podas serán más intensas para renovar las ramas que muestren síntomas de decadencia.

1.3.1.1 Poda en olivar intensivo

En modelos de explotación intensivos, la poda suele estar orientada a la formación de un vaso libre, en el cual el olivo tiende a reproducir su forma natural, pero de manera contenida debido a la aplicación de la poda.

A continuación, se recogen los distintos tipos de podas que acompañan al sistema de vaso libre:

1. Poda de formación.

Como indicamos en el anejo nº4, “**Diseño de plantación**”, en el momento de la plantación al material de vivero de un año de edad aproximado, y un 1-1,2 m de altura, se le acompaña de un tutor al que se anuda en forma de lazo a una altura aproxima de un metro. Este punto se denomina *cruz*, y será el punto de referencia para la poda de formación. Durante los 3 primeros años, solo se realizarán intervenciones destinadas a eliminar los brotes que surjan por debajo de la cruz, siendo extirpados antes de que lignifiquen y sin ayuda de ninguna maquinaria o utensilio cortante. De esta, se conseguirá el pleno desarrollo de raíces, troncos y copa, proveyendo un tronco sano, sin cortes, que sirva de sostén a una copa más o menos esférica, con ramas primarias orientadas en varias direcciones.

A partir del cuarto año, se comenzará a podar la copa. Se intentará elegir de entre las ramas desarrolladas en su periodo inicial aquellas que tengan una inclinación frente a la horizontal de unos 60°, en virtud de ser las ramas principales que formen el esqueleto. Se elegirán aquellas bien repartidas en el espacio, y en el caso de haber más de 3 con dichas características, se permitirá el desarrollo de todas para ver en un futuro cuáles presentan mayor desarrollo y mejor posición, favoreciendo la tendencia natural del olivo a decidir su estructura, ayudando con podas muy ligeras. En cambio, si desde un principio se observan dos ramas opuestas entre sí, y bien erguidas a 60°, podemos favorecer el desarrollo de otro par de ramas en cada una de ellas, orientadas hacia cada

lateral y bifurcadas dicotómicamente. Otra buena opción es la disposición de tres ramas principales si el olivo así lo propone desde el principio.

En el caso de variedades de porte caído como la variedad Arbequina, es importante mantener las ramas más bajas los años que las ramas bien inclinadas (60°) sean aún flexibles. De esta manera estas ramas bajas harán de soporte de las que formarán el esqueleto, para que éstas no pierdan su inclinación inicial (Barranco *et al.*, 2017)

Los años siguientes, al ir definiéndose la estructura, la poda continuará siendo ligera, tendiendo a una poda de producción, para alcanzar el máximo volumen de copa que permitan una producción máxima. Cuando el tronco pueda soportar por sí mismo la copa, se eliminarán los tutores, pero aun así se continuará con la eliminación de los chupones por debajo de la cruz.

2. Poda de producción.

Cuando la estructura empieza a consolidarse, de forma paulatina se torna la poda a un manejo de producción. De esta forma se intenta mantener una alta relación hoja/madera, a la vez que se alcanza un tamaño y volumen de copa óptimos, de modo que la captación de la radiación solar sea máxima en todo el árbol, favoreciendo al mismo tiempo el equilibrio entre fructificación y crecimiento. De hecho, el ideal se centra en perpetuar cosechas moderadas y regulares en el tiempo. Para conseguir este objetivo, como para alargar el periodo productivo, se necesitan podas poco severas.

En el interior del árbol, se eliminarán los chupones de gran vigorosidad (verticales o entrecruzados), sin podar el resto de ramas que sombrean las ramas principales evitando que se quemem por exceso de insolación, y son la base fructífera del interior del olivo.

En la parte superior del olivo adulto, es habitual encontrar en los extremos de las principales otras ramas de gran vigorosidad que llegan a sobrepasar a la guía de la propia rama principal. En dicho caso, deben ser eliminadas desde su inserción, para evitar la dominancia sobre la principal. De este modo, se propicia mantener la línea de crecimiento óptima de la rama principal, que permite al olivo seguir ampliando su volumen compensado en anchura y altura. También es importante que la copa esté equilibrada en cuanto a altura, sin zonas con mayor altura que otras.

En la parte exterior del olivo adulto, se eliminarán aquellas ramas que impidan la entrada de luz al resto del árbol. Se trata de ramas productivas que se entrecruzan, o crecen de forma paralela, y compiten entre sí. Esta técnica se denomina comúnmente *entre-saca* o *aclareo*, y da como resultado copas lobuladas con entrantes y salientes que proporcionan gran superficie exterior. Encierra gran dificultad debido a la complejidad de su ejecución, requiriendo de gran experiencia para no limitar la frondosidad del olivo. Existe un dicho popular el cual dice que *“el aclareo debe ser tal que permita ver a una persona al otro lado del olivo, pero sin llegar a saber quién es”*

En la parte inferior del olivo adulto, se procederá a suprimir las ramas que se presenten por debajo de medio metro, ya que pueden dificultar tareas de recolección o aplicación de agroquímicos.

3. Poda de renovación.

Con el paso de los años, va disminuyendo la relación hoja/madera y los olivos adultos comienzan a ser menos productivos y más veceros. De esta forma, los brotes del año

tienen menos crecimiento vegetativo, aumentándose los brotes adventicios debido a la mala circulación de la savia propia de la vejez.

Para solucionar esta situación, existen en la madera gran cantidad de yemas latentes, que pueden convertirse en yemas de madera, produciendo brotaciones vigorosas, mediante un buen manejo de la poda.

En el caso de que de forma natural hayan surgido brotes en la zona donde queremos sustituir una rama envejecida, propiciaremos su crecimiento eliminando ramas secundarias envejecidas cercanas a éste, hasta que llegue a un desarrollo óptimo que permita eliminar la rama agotada. De no haberlas, podemos propiciar su aparición mediante la realización de incisiones en el tronco y propiciando la llegada de luz mediante la poda de ramas secundarias que la sombreen. De no ser suficiente con esta medida, se tendrá que suprimir la rama principal (renovación directa), con la consecuente merma productiva.

Una vez que se observen signos de decaimiento, deben ponerse en práctica dichas medidas, ya que su realización en una fase muy avanzada puede generar problemas en la renovación y grandes mermas productivas. Una vez que se elija el momento de realizarla, la ejecución debe ser progresiva y paulatina, empezando siempre por la rama más envejecida, para luego pasar a la siguiente tras la renovación de la anterior.

1.3.1.2 Poda en olivar superintensivo.

A diferencia de la formación en vaso libre, característico de sistemas tradicionales e intensivos, en los modelos superintensivos el olivar tiende a ser formado en forma de seto, de forma que se limita su tamaño para buscar la formación de un continuo arbustivo que capte la mayor cantidad de radiación solar, y al cual se le puedan aplicar métodos de recolección mediante cosechadoras integrales.

La reducción del marco de plantación, con el aumento consecuente de la densidad, hace que en la poda en seto se tienda a buscar que los olivos no excedan los 2,7 m de altura y que las ramas tiendan a desarrollarse hacia el interior de la línea, buscando ese macizo arbustivo del que se hablaba con anterioridad.

Al igual que en el sistema de vaso libre, se realizarán tres tipos de poda:

1. Poda de formación.

La tendencia en este modelo es la formación a un eje en forma de monocono, de anchura comprendida entre 1-1,20 m y altura no superior a los 2,70-3 m, dependiendo del marco utilizado y la maquinaria de recolección, los cuales condicionarán dichas medidas.

Durante los 3-4 primeros años, las únicas actuaciones que se realizarán serán la eliminación de brotes por debajo de los 0,5-0,6 m, favoreciendo el crecimiento de ramas en la parte superior que formarán un cono sobre el eje central hasta alcanzarse una altura de unos 2,50 m.

En los últimos años, se está tendiendo a reducir el tamaño del tutor empleado en estos sistemas (1 m, y atado cada 15-20 cm en forma de lazo) para reducir los gastos que acarrea, usando en contraposición tutores que soportan unos 0,80 m. En los primeros 0,50-0,60 m se siguen eliminando todos los brotes, pero a partir de esta altura, se deja crecimiento libre a la copa, actuando con despuntes mecánicos periódicos desde el

segundo año. Así, se favorecen las ramificaciones laterales, limitando el crecimiento apical, provocándose de esta forma una estructura productiva anárquica en la que no existen ramas dominantes que concentren el crecimiento, retrasando las podas de limitación de altura y provocando una cubrición vegetativa del seto más prematura.

2. Poda de producción.

Como comentamos en el apartado anterior, una vez que se han alcanzado unas dimensiones del seto deseadas, que permitan la utilización de cosechadora, se procederá al manejo de poda para producción. En este punto el olivo ya presenta una altura de aproximadamente 2,7 m, 1,25-1,50 metros de anchura y los 0,50-0,60 m primeros desprovistos de vegetación.

El control de la altura del seto se realiza de forma mecánica (*topping*) mediante podadoras de discos. La frecuencia dependerá del rebaje que se haga y del vigor de la variedad empleada. Se recomienda que en el primer año que se realice (3º-4º año tras la plantación) se produzca la poda en invierno y verano, para en los años posteriores realizarse solo en verano, de forma anual o bianual según hayan favorecido las condiciones del sistema el crecimiento vegetativo. El hecho de que se promueva el hacerlo en verano está relacionado con la supresión de la dominancia del crecimiento en esta región, que deriva en crecimiento lateral e inferior de las ramas. Tras realizar varios años el *topping* a la misma altura, el olivo tiende en la zona a generar una zona de densa vegetación, llamada "*nido de garza*", que impide la iluminación correcta del resto del árbol. Para eliminar dicho hecho, se recomienda disminuir unos centímetros el punto de poda o realizar la misma con cierto ángulo de inclinación.

El control de la anchura del seto se puede realizar de forma mecánica, semimecánica o manual. En nuestro caso se optará por la semimecánica, realizando el corte con una ligera inclinación y rebajando la cara a 0,02-0,30 m y permitiendo un ciclo de crecimiento vegetativo de 0,55-0,45 m por cara. De esta forma no se excederán los 1,50 m máximos previstos en nuestro modelo, y a diferencia de lo que se podría pensar en cuanto a la reducción en la producción, estas técnicas permiten mayor rendimiento de la cara no podada y de los ramos interiores de la propia cara, a los que les llega mayor luz.

Las ramas más bajas (0,5-0,6 m) precisan de ser realizadas para un correcto funcionamiento de la cosechadora. Esta acción se puede llevar a cabo mecánicamente (*skirting*), mediante podadoras de cuchillas debido al menor grosor de las ramas.

3. Poda de renovación.

Llega un punto en el que los rebajes laterales necesitan de una frecuencia mayor que la deseada, provocando mermas en las producciones medias, haciéndose necesario la aplicación de podas de renovación enfocadas en el eje central. Esta situación deriva del engrosamiento del tronco, que provoca un aumento del vigor de las ramas que salen de él.

Para la renovación, se precisa el rebaje del tronco, que propicie que un nuevo brote vertical lo sustituya, aprovechando de ser posible los brotes existentes sin tener que estimular la aparición de nuevos. Varios ensayos realizados en Arbequina, en sistema de riego por goteo y con marco muy similar al nuestro, aseguran que la mejor opción es cortar con la mayor aproximación al suelo, pero sin llegar al mismo.

Como opción al rejuvenecimiento del olivar, dada ya la renovación sucesiva del tronco o porque ésta sea inviable, se contempla el arranque alterno de olivos hasta establecer un olivar en sistema intensivo. Para ello habría que elevar la cruz de los olivos a un metro, eliminando los brotes inferiores, y proseguir a una formación en vaso libre como ya se ha especificado con anterioridad.

Como última vía, si se desea seguir con el sistema superintensivo, si se imposibilita la poda de renovación deberá hacerse el arranque y la nueva plantación del olivar.

1.3.2 Fertilización

La fertilización tiene como objetivo la restitución de los elementos extraídos por la planta para ser utilizados en los procesos bioquímicos, que tienen como resultado la nutrición de la misma para formar, y hacer prosperar, hojas, tallos y frutos. Así mismo, también puede estar enfocada a crear una reserva o subsanar algún tipo de déficit o carencia de algún elemento en el suelo.

El tipo de abonado, y momento de aplicación, estará relacionado con el cultivo y medio en el que se implante. De hecho, resulta casi imposible imponer un estándar a la hora de diseñar un plan de abonado, puesto que cada explotación, al ser única por las condiciones edafoclimáticas y técnicas de cultivo usadas, tendrá unas necesidades propias. Para ello, se recurre a análisis de suelo, agua de riego y foliares para determinar las proporciones de los distintos macro y micro nutrientes que deben ser estudiados a la hora de planificar la fertilización de la explotación.

Un buen diseño en la fertilización tendrá como resultado un uso racional de los fertilizantes, de modo que se aporte lo justo y necesario para corregir deficiencias y excesos y no comprometer la producción. De acuerdo con algunos estudios, se estima que el abonado de un olivar supone entre un 10% y un 5% de los costes anuales de un cultivo, dato que se contradice con los costes que suelen suponer tradicionalmente en el olivar. También, se debe tener en cuenta que las necesidades nutritivas del olivo varían en función a su edad y etapa de desarrollo, estando enfocada en los primeros años al crecimiento vegetativo y formación estructural de la planta (abonado más frecuente y con mayores valores en nitrógeno) para pasar en los sucesivos a equilibrar la producción y el crecimiento de nuevos brotes (abonado de reemplazo de extracciones).

Para programar la fertilización en nuestra finca recurriremos a análisis foliares, para los cuales se recogerán las hojas en el mes de julio, buscando la estabilidad de los elementos en las hojas.

Recordar, que en el análisis de suelo se mostraron niveles bajos de materia orgánica, por lo que se decidió realizar una aplicación de estiércol maduro en presiembra para aumentar los niveles de ésta.

1.3.3 Riego localizado

El suministro de agua para satisfacer las necesidades totales de cada árbol se realizará mediante un sistema de riego localizado, lo que permitirá aportar la cantidad suficiente minimizando las pérdidas por percolación, escorrentía o evaporación. Todos los cálculos sobre la red de riego se encuentran recogidos en el anejo nº 6, **“Diseño del riego”**. Este sistema nos

permitirá incluir un sistema de fertirrigación para la aplicación del abonado con el suministro de agua.

1.3.4 Mantenimiento del suelo.

En los últimos años ha surgido una gran variedad de vertientes en cuanto al trato y mantenimiento del suelo en los distintos sistemas de explotación, que van desde el laboreo cero, con la consecuente emergencia de arvenses, a aquellos en los que el laboreo y uso de agroquímicos es imprescindible para mantener a las plantas adventicias a raya.

El concepto de cubierta vegetal hace referencia a la proyección de cubrir el suelo con material vegetal. No solo contempla la colonización del suelo por especies vegetales espontáneas o sembradas, sino que también incluye los restos de poda y material vegetal depositado en las calles. Hoy día se conocen numerosas ventajas de las cubiertas vegetales, entre las que destacan la prevención de la erosión, la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo y del balance de agua y nutrientes, así como el control de enfermedades y adventicias, por lo que en los dos sistemas estudiados se contempla la conservación de una cubierta viva.

Como se vio en el anejo nº 2, “**Estudio edafológico**”, nuestro suelo tiene unos niveles de materia orgánica bajos, por lo que el hecho de perpetuar las arvenses como cubierta material supondrá un incremento de la misma, a la vez que se disminuye la erosión y compactación del suelo y se favorece una mayor infiltración de agua y reserva de nutrientes.

La cubierta debe contemplarse como un cultivo herbáceo dentro del leñoso que supone nuestro olivar, cultivado en el centro de las calles y con su consecuente competencia hídrica y nutritiva. Por ello, se optará por realizar siega mecánica hacia finales de invierno o principio de primavera, dependiendo de las lluvias del año, coincidiendo con el principio de la brotación. Los restos de la cubierta se dispondrán en las calles combinados con los restos de la poda triturados.

A los pies de los olivos, y entre goteros, se aplicará tratamiento herbicida para evitar competencia con nuestro cultivo, usaremos Glifosato y Oxifluorfen, sobre el mes de marzo cuando las arvenses alcancen los 15-20 cm ($3 \frac{L}{ha}$ de Glifosato + $1,5 \frac{L}{ha}$ de Fluoroxipir).

1.3.5 Plagas del olivo

A continuación, se recogen las plagas más importantes en el ámbito olivarero.

Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*)

1. Descripción

Pertenece al orden de los dípteros, y es considerada la plaga más importante del cultivo del olivo, extendiéndose por todas las zonas olivareras a excepción de Australia y Sudamérica.

Los adultos son moscas de 4-5 mm similares a la doméstica. La cabeza es ancha y de color amarillento, provista de grandes ojos. El tórax es amarillo con cuatro bandas grises. Entre la cabeza y el tórax, se distingue una mancha de color marfil denominada “escudete”. Las alas son transparentes y en los extremos presenta unas manchas de color negro llamadas

“terostigmas”. Los huevos son alargados y cilíndricos, blancos, y con unas dimensiones de 0,70 mm de longitud y 0,20 mm de diámetro. Recién nacidas, las larvas miden 1 mm alcanzando al final del desarrollo los 7-8 mm.

2. Ciclo biológico

La mayor parte de la población pasa el invierno en el suelo, en forma de pupa. Al finalizar la estación emergen de las pupas los adultos, los cuales se dispersan en el propio olivar o en los alrededores hasta finales de primavera o principio de verano. Cuando se produce el cuajado del fruto y éste llega al estado fenológico H “endurecimiento del hueso”, las hembras comienzan a tantear las aceitunas, eligiendo aquellas más sanas y desarrolladas para realizar la picadura con el ovíscapo y depositar en el interior del fruto un huevo. Tras un periodo de incubación variable (en función de climatología), en el que las larvas generan un túnel en la pulpa que llega a ocupar gran parte del fruto, se produce la ruptura de la dermis, para seguidamente volver al interior y generar la pupa. Los adultos emergerán entre los meses de julio-septiembre, saliendo al exterior por el orificio que generaron las larvas, para poder realizar una nueva puesta que en los últimos meses de verano, principio de otoño, se hará sobre aceitunas en pleno envero. Estas generaciones de otoño pasarán el invierno en el suelo en forma de pupa, cerrando de esta forma el ciclo.

La duración del ciclo de verano depende del clima, por lo que los insectos de verano tendrán un ciclo de 30-80 días, mientras que los de invierno serán mayor, alcanzándose los 130-160 días.

3. Daños

En relación a los daños ocasionados por esta plaga, podemos englobarlos en dos categorías: mermas en la producción y disminución de la calidad del fruto/aceite.

- Las aceitunas picadas pueden presentar reducciones de peso en torno al 5-10%, pero existe otro tanto que llega a presentar la caída prematura y reduce la producción media.
- En el caso de aceituna para aceite, los daños son a nivel de composición y cualidades organolépticas. Esto es debido a que en las galerías excavadas por las larvas se desarrollan, si las condiciones de humedad y temperatura son propicias, hongos que provocan podredumbres y alteran los niveles de acidez y calidad organoléptica del aceite. Estos inconvenientes pueden ser solventados si la aceituna se recoge antes de su caída.
- En el caso de la aceituna de mesa, los daños son mucho más graves, dado que las aceitunas picadas no son aptas para el comercio.
- Antes de realizar cualquier tipo de tratamiento, al igual que se hace con otras plagas se debe hacer un seguimiento de los individuos presentes. Para ello el Ministerio de Agricultura establece una serie de umbrales para la gestión integrada de plagas, en las que se recuenta el número de huevos o larvas encontrados en frutos al azar o adultos atrapados en trampas olfativas y cromática-sexuales.

El control de la mosca del olivo puede afrontarse desde diferentes perspectivas:

a) Lucha química

Se basa en la aplicación de insecticidas que regula el número de individuos dentro de la población. Cabe destacar que la mayor parte de los insecticidas registrados en España son de

aplicación en cebo, se añaden junto con una proteína hidrolizable que actúa como atrayente alimenticio. Están enfocados en la fase adulta, y su aplicación se realiza a una sola parte de los olivos, ya sea una aplicación en bandas, entre las cuales hay una superficie no tratada, o parcheando una única parte orientada al sur de todos los olivos (2 m²). La aplicación puede hacerse de forma aérea, bajo una reglamentación y condiciones de uso bastante estrictas. Suele ser la solución más rentable para grandes extensiones.

Como formulado, se usará en la explotación Dimetoato 40% [ec] p/v entre finales de primavera y comienzo de verano.

Para la fase larvaria existen muy pocos insecticidas registrados, por lo que lo ideal es hacer una buena gestión de la plaga en sus primeros estadios tras la emergencia post invernacional.

b) Control biológico

Se utilizan como agentes de control biológico hongos entomopatógenos bastante selectivos contra la mosca del olivo. De esta forma, sea cual sea la fase del ciclo biológico en la que se aplique, cuando las esporas espolvoreadas entran en contacto con el cuerpo del insecto, crece un micelio que lo parasita y destruye.

El paisaje también puede propiciar el control de esta plaga. Manchas de vegetación con especies vegetales como *Dittrichia viscosa*, albergan predadores naturales, entre los que destacan *Eupelmus urozonus*.

c) Otras técnicas

En producción ecológica, junto con el control biológico, se puede recurrir a un trampeo masivo, cebado con atrayente alimenticio normalmente, que tienen como objetivo acabar con la población adulta. Para que sea efectivo, se deben colocar a principio de verano y el número de trampas por hectáreas difiere según el fabricante. Otro recurso es el uso de caolín, mineral de arcilla que hace los frutos poco atractivos para las hembras, ocasionando que éstas no las piquen.

Como métodos culturales, destacan el laboreo del suelo en la proyección de las copas tras la recolección, en vistas a disminuir las poblaciones invernantes, y la recogida temprana que limite las generaciones de otoño.

Prays o polilla del olivo (*Prays olea* Bern.)

1. Descripción

Pertenece al orden lepidóptera, y es considerada la segunda plaga más importante dentro de la producción olivarera. Está presente en los países de la cuenca mediterránea.

El adulto es una pequeña polilla, de color gris-plata y 13-14 mm de ancho (alas abiertas) por 6 mm de largo. En los extremos de las alas, presenta mechones en los bordes. Los huevos son lenticulares, aplastados, blancos en el momento de la puesta tornando a amarillentos a medida que pasa el periodo de incubación. En relación al tamaño de los mismos, alcanzan los 0,5 mm de diámetro. La oruga es de color avellana, aunque las tonalidades varían en función del tejido del cual se alimenta. Su crisálida está recubierta por un capullo sedoso poco tupido.

2. Ciclo biológico

Tiene tres generaciones al año, bastante sincronizadas con la evolución de los estadios del olivo: una afecta a la hoja (filófaga), otra a la flor (antófaga) y la última, y más dañina, la que afecta al fruto (carpófaga).

Filófaga: esta generación parte de la eclosión de los huevos depositados en octubre-noviembre en las hojas, normalmente en el haz y próximos a la nervadura central. Las larvas tras nacer penetran en la hoja realizando una galería, lugar donde pasan el invierno. Cuando las temperaturas aumentan (febrero-marzo), recobran la actividad y pasan a otras hojas a la vez que mudan, y con el cambio de estadio larvario las cavidades pasan de tener forma de “C”, subcirculares o circulares (2º, 3º y 4º estadio respectivamente). La larva de 5º edad, al no caber en la hoja, come parte del envés o de las yemas terminales de los brotes. Por último, se convierte en crisálida, en el envés de la hoja o en la corteza del tronco, y hacia abril aparecerá la mariposa.

Antófaga: los adultos de abril, hacen la puesta en los botones florales, aún cerrados (abril-mayo). Las larvas recién nacidas penetran dentro y se alimentan, en primer lugar, del polen de las anteras y después, a medida que se abren las flores de los estigmas y ovarios. Al final de su desarrollo, dejan un capullo en los restos de las flores secas donde realizan la crisálida.

Carpófaga: las mariposas surgidas de la generación anterior depositan sus huevos en la aceituna recién cuajada (junio), cerca al pedúnculo. Al nacer, las larvas penetran por la inserción del pedúnculo provocando las primeras caídas. Solo una de las larvas llega al centro del fruto consiguiendo desarrollarse, para en septiembre salir por la misma zona por la que entró en la aceituna, provocando de esta forma la segunda caída del fruto (caída de San Miguel). Las larvas alojadas en los frutos precipitados realizan la crisálida entre dos hojas, el tronco o en el propio suelo, de donde surgirán los adultos en septiembre-octubre que darán lugar a la puesta de huevos que iniciará la generación filófaga.

2 Daños

En general, cuantificar los daños ocasionados por esta plaga llega a ser bastante difícil y relativo.

Los ocasionados por las etapas filófagas suelen ser de poca importancia, debido al bajo nivel de ataque en Andalucía y a lo poco que come de las hojas al alimentarse. Sin embargo, pueden ser relevantes en árboles jóvenes y viveros, en los que se dañen los brotes. Se pueden confundir muchas veces con ataques de glifodes.

Los daños de la fase antófaga dependen de numerosos factores, como son el nivel de población, la intensidad de floración y el destino del fruto. Las larvas suelen destruir de 20 a 30 flores, pero contando con que el olivo tiene un coeficiente de cuajado muy bajo (2 o 3 de cada 100 flores llegan a fruto) y que éste suele compensar la caída de la flor con mayor tamaño de frutos este daño es relativo. El problema llegaría en campañas de baja floración o de altísimas poblaciones de prays.

Los daños de mayor consideración son los ocasionados por las etapas carpófagas, siendo los de la primera caída (junio) de menor relevancia debido a que coincide con una caída fisiológica importante y a que suele ser compensado con un mayor cuajado y tamaño de aceituna. En cambio, los relativos a la caída de septiembre, con fruto de gran tamaño, y que no pueden ser compensados de forma natural, suelen ser muy dañinos.

4. Seguimiento y control

El seguimiento de las poblaciones adultas se suele hacer mediante trampas cebadas con feromonas sexuales específicas.

Existen umbrales establecidos a la hora de tomar decisiones antes de actuar, pero son muy relativos pues dependen de factores difíciles de predecir o estimar, como son producción y calor del verano. Como se ha comentado, la generación carpófaga es la más dañina, por lo que se recomienda realizar tratamientos cuando se alcanzan niveles del 20-30% de frutos con prays en junio, aunque va a depender del calor veraniego. La otra fecha de actuación sería al inicio de la floración (20-30% apertura floral), estando destinada a la fase antófaga.

El formulado más usado en su lucha es el Dimetoato 40% [ec] p/v, aplicado en 2 tratamientos entre marzo y principio de junio.

Se conocen numerosos depredadores naturales que pueden ser usados como medida de control, entre los que destacan himenópteros parasitoides como *Ageniaspis fuscicollis*, que destruye larva y crisálida, especies del género *Trichogramma*, que parasitan huevos, y depredadores como crisopa *Chrysoperla carnea* y chinche *Anthocoris nemoralis*. La manutención o implantación de manchas vegetales ayuda a que prosperen dichas especies auxiliares beneficiosas.

Cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae* Bern.)

1. Descripción

Se encuentra ampliamente distribuida en todos los continentes, pero tiene especial relevancia en la cuenca mediterránea.

En Europa no se ha registrado presencia de los machos adultos, los cuales son alados. La hembra, recuerda a medio grano de pimienta, es de color pardo oscuro, con una envergadura de 3-4 mm, y en el caparazón muestra el relieve de una “H”, característica de ésta. Cuando no tiene huevos, es más aplanada y de color más claro.

Los huevos son ovalados de 0,3 x 0,8 mm, de color rosáceo y se disponen en el interior de las hembras maduras, en poblaciones de 1000 a 2000 unidades.

Las ninfas recién nacidas son más claras que las hembras adultas, más alargadas pero de pequeño tamaño (0,6 x 0,3 mm). Son el estadio más vulnerable a los insecticidas y condiciones climáticas adversas. Tiene dos estadios ninfales más, en los que aumenta su tamaño y aparece la característica señal en forma de H.

2. Ciclo biológico

Presenta dos generaciones. Una de ellas completa donde la nascencia de las ninfas comienza en mayo, teniendo el máximo en julio, y disminuyendo en septiembre. Las temperaturas de otoño van a ser las que condicionen la nascencia de nuevas ninfas.

Las hembras mueren tras poner los huevos, quedando adheridas en hojas y tallos. Las ninfas al nacer pasan unas horas dentro de la madre, después salen al exterior hasta fijarse en el envés de las hojas y ramas jóvenes. Las ninfas de tercera edad, al llegar la primavera, se

trasladan hasta ramos leñosos, transformándose en hembras adultas, que ya no se moverán más. Éstas por partenogénesis dan lugar a los huevos de la nueva generación.

3. Daños

Los daños de esta plaga no son tan importantes por ella misma, sino como por los problemas derivados de su alimentación. Al succionar la savia, la cochinilla excreta una serie de sustancias azucaradas (melaza) que sirven de alimento a unos hongos negros (negrilla, fumagina), que en condiciones de alta humedad se propagan con gran rapidez, incluso con poblaciones bajas de cochinilla. Este hongo provoca un decaimiento generalizado del árbol, debido a una disminución de la capacidad fotosintética del olivo, el cual queda recubierto de una capa negra, causando problemas de brotación y producción.

4. Seguimiento y control

Para el seguimiento de las poblaciones, se observará, tomando 10 brotes de cada 20 árboles al azar:

- Adultos: se observa el número de adultos vivos no parasitados por brote para determinar su peligrosidad.
- Adultos y ninfas: tras el verano, se observa el número de cochinillas vivas por brote, para saber si los tratamientos, de haberse ejecutado, han surtido efecto.

En esta plaga juega un papel muy importante la correcta ejecución de la poda, ya que la cochinilla es muy sensible a los veranos cálidos y secos, y una poda que facilite la aireación disminuirá las posibilidades de alcanzar altas poblaciones. En cambio, si se observan niveles elevados de cochinilla, siguiendo los consejos de los umbrales de actuación, existen tratamientos químicos y biológicos para paliar los ataques.

En cuanto a los químicos, se ejecutarán cuando haya eclosionado casi el 100% de los huevos. Para comprobarlo, se levantarán de 40-50 adultos y deberán verse en su interior escamas blancas correspondiente con los huevos eclosionados. Como formulado, se recomienda Deltametrin 1,57% [SC] P/V, mojando bien el árbol para un correcto funcionamiento.

Como enemigos naturales de la cochinilla de la tizne, cabe destacar unas pequeñas avispas, himenópteras parasitoides como *Scutellysta cyanea*, las cuales depositan los huevos en el interior de las hembras maduras que se alimentaran del cuerpo de éstas y sus huevos. Otros insectos auxiliares destacados en el control de las poblaciones de *S. oleae* son *Chilocorus bipustulatus*, *Coccinella septempunctata* y *Chrysoperla carnea*.

Como apunte, recalcar la importancia de mantener áreas vegetales naturales dentro de la propia explotación y en los lindes, que favorezcan los predadores de la plaga, así como evitar el uso de insecticidas que puedan disminuir las poblaciones de los predadores.

Polilla del jazmín o Glifodes (*Palpita vitrealis* Rossi)

1. Descripción

Se trata de un insecto perteneciente al orden de los lepidóptera, bastante extendido en el olivar mediterráneo y presente durante todo el año.

El adulto es una mariposa blanca, con las alas posteriores transparentes, que alcanza hasta los 3 cm de envergadura.

Los huevos son de forma oval y aplanada, de color blanco-amarillento, y su tamaño es de 1 x 0,6 mm. Son depositados en los brotes vegetativos, normalmente en el envés de las hojas, aislados o formando pequeños grupos.

La larva se caracteriza por ser de color verde uniforme y translúcida. Llega a los 2 cm de longitud y recién nacidas son amarillentas.

2. Ciclo biológico

En nuestras latitudes, se suceden varias generaciones solapadas, pudiéndose encontrar todos los estadios a lo largo del año.

En invierno, lo habitual es encontrar el estadio larvario, ya que el frío ralentiza el desarrollo, mientras en primavera-verano, en cambio, debido a las condiciones climáticas más propicias, y al mayor desarrollo vegetativo, los niveles de población son mayor.

La mariposa es de hábito predominantemente nocturno, pasando el día escondida en el envés de las hojas, posada con las alas extendidas.

Cuando forma la crisálida, ésta queda protegida por un capullo fino y sedoso. Suelen formarlo en la hojarasca del suelo, grietas del tronco o entre varias hojas en la copa.

3. Daños

La larva es defoliadora, por lo que se alimenta de las hojas, respetando el envés al principio, pero llegando a comerla entera a excepción de la nervadura central. Para ello, une varias hojas apicales de los brotes tiernos y crea a su alrededor una envoltura con seda quedando dentro. Puede provocar deformaciones y retrasos de crecimiento en plantones. En árboles adultos, si no encuentra brotes tiernos de los que alimentarse, éstas se alimentan de la pulpa de los frutos, dañándolos y produciendo grandes destrozos.

Los arboles adultos suelen soportar la presencia de glifodes, sin embargo, puede haber problemas en plantones y árboles injertados donde se presenten gran cantidad de larvas.

4 Seguimiento y control

Como acabamos de comentar, el control se considera necesario cuando pueda haber problemas por ataques a yemas o brotes que comprometan el desarrollo o producción del olivo, por lo que solo se tratará si se observan grandes poblaciones en plantones o, tras la formación del fruto, en árboles en estado productivo, para evitar que se pasen a la aceituna.

En caso de ataque de gran incidencia, se consideran oportunos varios tratamientos en el periodo de primavera-verano dirigidos contra las larvas. Algunas materias activas para aplicar contra glifodes serían Fosmet, Dimetoato.

Existen parasitoides de este lepidóptero en nuestras zonas, como *Apanteles hemara* y *Oomyzus* spp.

1.3.5 Enfermedades del olivo

Repilo

1. Descripción

El repilo es la enfermedad más importante del olivar español, tanto por su nivel de extensión como por los perjuicios ocasionados. Su agente causal es un hongo (*Venturia oleaginea*) propiciado por los ambientes húmedos, los años lluviosos, las plantaciones de alta densidad y la mala aireación.

Afecta principalmente a las hojas, causando una defoliación generalizada, aunque también puede infectar el pedúnculo del fruto, y la propia aceituna.

2. Sintomatología

El síntoma más característico de la enfermedad se presenta en el haz de las hojas, en forma de manchas circulares de color pardo-negro, que tornan a blancas cuando la lesión es vieja. El color negro lo toma de las esporas del hongo. Las lesiones suelen estar rodeadas de un halo amarillento, mucho más acusado en primavera.

También pueden darse síntomas en el fruto, aunque es más raro encontrarlo. Cuando ataca al pedúnculo, suele producirse el arrugamiento de la aceituna y caída prematura, acompañada del pedúnculo. En el extraño caso de presentarse síntomas en el propio fruto, si aún está en desarrollo se produce la deformación del mismo en la zona afectada. En cambio, si el fruto ya es maduro, no se produce deformación alguna, pero la zona afectada permanece por más tiempo verde con ligeros matices marrones causadas por las esporas del hongo. En ataques de gran severidad, el hongo forma una costra sobre la aceituna, agrietándola.

Debido a las lesiones en hojas, las ramas más bajas son las que presentan mayor incidencia y quedan defoliadas o “peladas”, de donde toma el nombre la enfermedad.

3. Etiología

El agente causal de esta enfermedad, como ya se ha comentado, es un hongo. Hasta hace poco se ha conocido con el nombre de *Spilocaea oleagina*, nombre con el que todavía muchos hacen referencia al repilo, pero en la actualidad se recomienda denominarlo con el nombre de *Venturia oleaginea*. Se desconoce el estado sexual del hongo.

El hongo se desarrolla en la cutícula de los tejidos infectados, extendiendo en ellos hifas de las que surgen conidióforos, que producirán las esporas asexuales o conidios. En tejido muerto, el desarrollo de hifas es más exacerbado.

Este hongo es solo patógeno del olivo, aunque debido a la dificultad de su cultivo in vitro, no se conoce muy bien su variabilidad patogénica.

4. Epidemiología

El patógeno sobrevive en los periodos desfavorables (secos y calurosos) en las hojas, caídas y en la copa. Los conidios, por sí solos tienen poca supervivencia (una semana), pero unidos a los conidióforos pueden aguantar varios meses. Sin embargo, se pueden producir nuevos conidios tras un periodo húmedo en las manchas foliares, por lo que en nuestros climas aparecen conidios viables para dispersarse e infectar (inóculo) todo el año, existiendo dos

periodos de repunte germinativo: otoño y principio de primavera. La dispersión de los conidios es fundamentalmente por el agua de lluvia.

Tras el contacto de los conidios con tejido susceptible de ser infectado, éstos solo germinará si existe agua libre o humedad superior al 98%, con un rango de temperatura comprendido entre los 0 y 27 °C, con su óptimo en 15 °C. Tras esto, se requiere entre 24-48h de saturación de humedad atmosférica, o agua libre o la infestación no surtirá efecto y temperaturas cercanas a los 15 °C. Tras la infección, el micelio se extiende por la cutícula, que le proporciona un medio ideal de desarrollo y alimento.

Las condiciones climáticas y la variedad de olivo van a condicionar el tiempo de incubación, pudiendo aparecer los síntomas a las 2 semanas de la infección o a los 10 meses. Tras la expansión de la emisión de hifas que sucede al desarrollo del hongo en la cutícula, si las condiciones no se vuelven desfavorables, el patógeno procederá a desarrollar los conidióforos, que tras esporular y generar los conidios darán lugar a la aparición de las manchas características de la enfermedad.

5. Control

Debido a la necesidad de agua libre o alta humedad para la infección y desarrollo de la enfermedad, se aconsejan como medidas culturales: podas que favorezcan la buena aireación, evitar marcos de plantación que generen copas densas o solapamientos, evitar las zonas cercanas a riberas y humedales etc.

La nutrición juega también un papel importante en el control de la enfermedad. De modo que excesos de nitrógeno son contraproducentes para evitar esta enfermedad, al igual que las carencias en potasio.

Debido a las dificultades de predecir el repilo, se suelen hacer tratamientos preventivos. Para ello, los momentos óptimos coinciden con los repuntes de infección, es decir otoño y principio de primavera. Como formulado, se utilizará en nuestra explotación Oxiclورو de cobre.

Verticilosis

1. Descripción

La verticilosis es una enfermedad cuyo agente causal es un hongo (*Verticillium dahliae*) que se presenta en forma de microesclerocios en el suelo, provocando nuevas infestaciones tras colonizar las raíces de las plantas sanas.

Afecta generalmente a hojas y ramas, provocando su secado y muerte por medio de apoplejía o decaimiento lento.

2. Sintomatología

La enfermedad no siempre se manifiesta de la misma forma, pudiéndose destacar dos síntomas derivados de la verticilosis: apoplejía y decaimiento lento.

- La apoplejía se caracteriza por la muerte rápida de ramas o de la planta completa, produciéndose en otoño-inverno. Se inicia con una pérdida de coloración intensa en las

hojas de los extremos de las ramas y está asociado con otoños lluviosos y otoños-inviernos de temperatura moderada.

- El decaimiento lento, en contraposición, aparece habitualmente en primavera, provocando la desecación y momificación de las inflorescencias, quedando éstas adheridas mientras que las hojas se desprenden. Las ramas afectadas, suelen tomar una coloración morada característica, acompañada en algunas ocasiones de coloración marrón-rojiza de los tejidos vasculares.

Las plantas jóvenes pueden llegar a morir a causa de la infección y los adultos suelen mostrar unas ramas afectadas y otras no. La raíz no suele morir, por lo que existen rebrotes de árboles, aunque no quedan exentos de poder recaer en la enfermedad en los años futuros.

3. Etiología

El agente causal es el hongo *Verticillium dahliae*, el cual se reproduce asexualmente mediante conidios. En caso de condiciones adversas, genera unos cuerpos de resistencia denominados microesclerocios, medio que le sirve para persistir en el suelo durante años. Entre las plantas susceptibles de ser huéspedes se encuentran desde arvenses de hoja ancha hasta cultivos como el algodón o el tomate. Los restos de estas plantas, traspasan el inóculo al suelo pudiéndose éste quedar latente durante 12-14 años.

V. dahliae presenta una variedad patogénica elevada, variando entre virulencia moderada hasta los llamados “defoliantes”, los cuales están desbancando a los de menor virulencia.

4. Epidemiología

El ciclo se inicia con los microesclerocios presentes en el suelo, los cuales colonizan las raíces hasta alcanzar el sistema vascular. También puede penetrar en la planta mediante heridas, o puede ser introducido en la explotación mediante material vegetal infestado que esté en fase asintomática.

Una vez que alcanza el xilema, el micelio genera conidios que se depositan en un primer lugar en los sistemas conductores, colonizando la planta mediante viajes en la corriente de savia. Al alcanzarse cierto grado de nivel de severidad, se empiezan a generar microesclerocios, primero en el xilema, y más tarde en el resto de los tejidos. La planta enferma pierde las hojas, y los microesclerocios que en ella se forman alcanzan el suelo, donde cierran el ciclo, quedando latentes para nuevas infecciones.

El inóculo se transmite con gran facilidad en campo, pudiéndose transportar en los aperos, material vegetal, agua de riego, instrumental etc.

Los síntomas de la enfermedad suelen aparecer, en nuevas infecciones, a partir del segundo año, aunque la cantidad de enfermedad que se produce en el olivar está íntimamente relacionada con la cantidad de inóculo presente en el suelo y por la tasa de infección, es decir la eficacia del inóculo en relación a factores externos al mismo como pueden ser las técnicas de cultivo, la variedad empleada etc.

5. Control

El control de la verticilosis presenta numerosas dificultades, debido generalmente a la gran longevidad del inóculo en el suelo, la inaccesibilidad del hongo por su presencia en el xilema y la gran variedad de cultivos susceptibles de ser infectados. Pero a pesar de todo, existen

medidas de control que, aunque por sí solas son de efectividad limitada, en conjunto pueden ayudar a minimizar la presencia de la enfermedad.

Como prevención, se recomienda evitar suelos infestados y utilizar material vegetal libre del patógeno. Si se decide partir de suelo infestado, existen medidas de control cultural (rotaciones con cultivos no susceptibles previas a la siembra, eliminación de arvenses...) y de desinfección del suelo (solarización y lucha química) que pueden minimizar la presencia de la enfermedad, pero va a depender en gran medida de la cantidad de inóculo presente en el suelo y de la virulencia del patógeno. En ambos casos, lo ideal es utilizar cultivares con resistencia moderada-alta a la enfermedad.

Xylella fastidiosa

Xylella fastidiosa (Wells et al.) es una gammaproteobacteria, perteneciente a la familia de las *Xanthomonadaceae*. El género *Xylella* solo tiene una especie, *Xylella fastidiosa*, pero debido a su gran variabilidad genética presenta numerosas subespecies y estirpes que varían, entre otros caracteres, por la gama de plantas susceptibles.

En 2013 se identificó por primera vez la bacteria en Europa, más concretamente en Salento (Italia), como la responsable de un grave síndrome de decaimiento rápido del olivo, y tras verificarse que pertenecía a la subespecie *pauca*, similar a cepas aisladas en plantas ornamentales de Costa Rica, se establece dicha región como posible zona de origen.

En noviembre de 2016, se recoge el primer brote de *Xylella fastidiosa* en territorio Español, concretamente en Baleares. A partir de enero de 2017, por orden gubernamental quedó restringida la salida de material vegetal sensible a cepas europeas y no europeas de la bacteria, a excepción de las semillas, del territorio balear como medida cautelar.

La enfermedad se propaga a través de insectos vectores del grupo de los hemípteros que se alimentan del xilema, teniendo un radio de expansión de unos 100 m por insecto vector.

Una vez infestada, el xilema del olivo se ve taponado debido a la multiplicación del patógeno, haciendo que la conducción de agua y sales minerales se comprometa. Como consecuencia, se produce decaimiento y marchitez generalizado de la planta, llegándose a secar hojas y ramas y provocando la muerte de los árboles. Estos síntomas, se acompañan de un oscurecimiento de los vasos del xilema que se observa en el corte transversal del mismo.

En la actualidad no existe forma alguna de controlar la enfermedad, por lo que es imprescindible evitar que se introduzca en zonas en las que aún no está presente. Para ello, se recomienda eliminar todos los focos en las zonas donde aparezca y evitar el tránsito de material vegetal con los mismos. Adquirir material certificado, del cual se pueda constatar su estado sanitario, así como avisar a las autoridades pertinentes en caso de posible ataque resulta crucial en la lucha contra *Xylella fastidiosa*.

1.3.5.1 Calendario de tratamientos fitosanitarios

Anualmente, se tratarán ciertas plagas y enfermedades debido a su alto nivel de incidencia dentro del olivar Andaluz. En ambos sistemas se utilizará igual número de aplicaciones

y materia activa, usando un pulverizador hidroneumático accionado por un tractor, pero para el modelo superintensivo, al tener densidad de plantación mayor se aplicará a dosis más alta.

A continuación, se recogen en un cuadro las fechas y tratamientos a realizar:

Tabla 1 : Calendario tratamientos fitosanitarios en olivar para pleno desarrollo.

Plaga-Enfermedad	Época	Materia Activa	Número de tratamientos
Mosca del olivo (<i>Bractocera oleae</i>)	Junio	Dimetoato	1
Prays (Prays oleae Bern)	Marzo-Junio	Dimetoato	2
Cochinilla de la tizne (<i>Saissetia oleae</i> Bern)*	-	-	-
Glifodos (<i>Palpita unionalis</i>)	Primavera-Verano	Fosmet	1
Repilo (<i>Venturia oleaginea</i>)	Otoño-Primaver	Oxicloruro de cobre	2
Verticilosis (<i>Verticillium dahliae</i>)	-	-	-
<i>Xylella fastidiosa</i>	-	-	-

* El tratamiento de la cochinilla de la tizne deberá ser sujeto de estudio anualmente, estableciéndose un plan de tratamiento si en el año se sobrepasan los umbrales de actuación.

1.4 Recolección y transporte

La recolección de la aceituna ha sufrido enormes cambios inducidos por mejoras técnicas en el campo de la mecanización.

Tradicionalmente, el fruto era recogido por los operarios, los cuales, a través de técnicas como la recogida manual del suelo, el ordeño de las ramas o el vareo cosechaban la aceituna. Hoy en día la tendencia se centra en la utilización de maquinaria recolectora, que según su diseño (derribo por vibración, sacudidores de copa, cosechadoras cabalgantes etc.) tendrá un objetivo u otro, así como un requerimiento de mano de obra y coste adicional al de la propia maquinaria. Además, la mecanización supone en los sistemas olivareros cambios o adaptaciones en los métodos de cultivo, como variaciones en las técnicas de poda o adelantos en la fecha de recogida.

En nuestro proyecto, se hará una distinción entre los sistemas utilizados para la recolección entre los sistemas intensivo y superintensivo.

1.4.1 Recolección en olivar intensivo

En los primeros años de vida de nuestra explotación, la recolección se llevará a cabo mediante mano de obra de jornaleros, ya que el escaso desarrollo del árbol impide las tareas mecanizadas, debido a la fragilidad del tronco principalmente.

Será a partir del quinto año cuando se empiece a implementar la mecanización, usándose para ello un vibrador de tronco con paraguas invertido incorporado, montado en un tractor. Su funcionamiento consiste en el giro de masas excéntricas accionado por un motor hidráulico.

La recolección mediante vibración del tronco presenta una efectividad del 90% aproximadamente por lo que se deberá incluir en la tarea a un grupo de jornaleros que acompañen a la máquina y vareen la copa produciendo un incremento de caída en la aceituna.

Una vez desprendida en el paraguas, la aceituna se depositará en un remolque para su posterior transporte a la almazara.

Debido a la pequeña dimensión de nuestra finca, el desembolso económico de compra de la maquinaria resulta inviable, por lo que se optará por el alquiler de la misma a una empresa de servicios.

1.4.2 Recolección en olivar superintensivo

En las plantaciones superintensivas, la recolección de la producción se realiza mediante máquinas cosechadoras cabalgantes, como las vendimiadoras, las cuales en una pasada provocan el desprendimiento y la recolección del fruto con la simple intervención de un operario, disminuyendo los costes de mano de obra y acelerando el proceso de recolección.

Estas máquinas autopropulsadas disponen de un cabezal de desprendimiento, situado en la parte central del túnel, en el cual se disponen unas barras arqueadas o rectas muy flexibles que penetran en el follaje y provocan, mediante movimiento alternativo horizontal, el desprendimiento del fruto. Éste puede ser regulado según las dimensiones del árbol y la zona productiva del olivar, siendo el ancho máximo del túnel de unos 2,50 m. La aceituna derribada por el cabezal, pasa a ser recogida por escamas rígidas retractiles, que desembocan en cintas transportadoras o cestillos de plástico flexible, en los cuales se produce la limpieza de impurezas mediante extractores de aspiración neumática, y finalmente a la tolva de almacenamiento, que suelen tener una capacidad de 1000-2500 kg. Existen algunos modelos que incorporan un brazo articulado que deriva la cosecha a un remolque que avanza junto con la vendimiadora en la entrelínea de olivos siguiente.

La efectividad de este sistema es superior, llegando al 95%, permitiendo despreciar el fruto no desprendido ya que costaría más el empleo de mano de obra que su desprecio.

Anejo 5: Diseño del riego

Índice

1. Introducción.....	103
Sistema Intensivo	103
2. Diseño agronómico.	103
2.1 Evapotranspiración máxima del cultivo (ET_c)	103
2.1.1 Calculo de la ET_0	104
2.1.3 Coeficiente de localización (K_r).....	105
2.2 Necesidades netas de riego (N_n).....	106
2.3 Necesidades totales de riego (N_t).....	107
2.4 Número de emisores por árbol (N_e).....	109
2.4.1 Superficie mojada por planta (SM_p)	109
2.4.2 Superficie mojada por el emisor (SM_e).....	109
2.5 Tiempo de riego (T_r).....	110
2.6 Caudal continuo ficticio	110
2.7 Sectores de riego	111
3. Diseño hidráulico	112
3.3. Elección del emisor	113
3.4 Distribución de tuberías en el sector más desfavorable	114
3.4.1 Lateral portaemisores (Tramo B-A)	115
3.4.1.1 Lateral portaemisores (Tramo Y-Z).....	118
3.4.2 Tubería portalaterales (C-B)	119
3.4.3 Red secundaria	121
3.4.4 Red primaria	123
3.6 Diseño del cabezal de riego	125
Sistema Superintensivo	127
4. Diseño agronómico.	127
4.1 Calculo de la ET_c	127
3.2 Necesidades netas de riego (N_n).....	127
4.2 Necesidades totales de riego (N_t)	128
3.3 Número de emisores por árbol (N_e).....	129
4.3 Tiempo de riego (T_r)	129
4.4 Caudal continuo ficticio	130
4.5 Sectores de riego	130
5 Diseño hidráulico	131

5.2.1	Lateral portagoteros (Tramo B-A).....	132
5.2.2	Tubería portalaterales (C-B)	133
5.2.3	Red secundaria	134
5.2.4	Red primaria	135

1. Introducción

El empleo de sistemas de riego en zonas áridas y semiáridas se ha utilizado tradicionalmente como un modelo para incrementar el desarrollo económico vinculado al mejoramiento productivo de los sistemas agrícolas a los que va asociando. En la actualidad, existe gran controversia en cuanto al uso y eficiencia de dichos sistemas pues en España solo este sector supone el 80% del uso de aguas, elevándose esta cifra en algunos países hasta el 85%, como es el caso de California en los Estados Unidos. Conocida la creciente demanda mundial de agua, y sabido que este recurso cada vez se encuentra más limitado debido a su explotación, uso y contaminación, la mejora en cuanto a eficiencia de los sistemas de regadíos es un tema de candente actualidad.

El olivar, tradicionalmente, ha sobrevivido a lo largo del tiempo bajo sistemas de secano, con el aporte exclusivo de agua proveniente de las precipitaciones y las reservas freáticas. De hecho, una de las características más destacable de este cultivo es su adaptabilidad a las altas temperaturas y su resistencia a las estaciones de intensa sequía. A partir de 1990, propiciado por circunstancias entre las que destacan las intensas sequías acontecidas en la zona productiva del olivar mediterráneo, la subida de precio del aceite de oliva y las innovaciones en el sector del riego localizado, se impulsó en la península la puesta en riego del olivar, muy particularmente en algunas zonas productoras de Andalucía.

En nuestro proyecto, haremos una distinción entre los sistemas propuestos (intensivo y superintensivo), ya que el diseño del regadío en ambos difiere, por lo que se requiere hacer un estudio por separado. En ambos casos intentaremos dar respuestas respecto a ¿cuánto he de regar? y ¿cómo he de regar?, preguntas básicas en relación con el riego en los sistemas agronómicos.

Sistema Intensivo

2. Diseño agronómico.

2.1 Evapotranspiración máxima del cultivo (ET_c)

El término ET_c (evapotranspiración máxima del cultivo), hace referencia a la pérdida de agua en el suelo como consecuencia de la transpiración y absorción de humedad por parte de la planta, más la pérdida por la evaporación. Conocer este parámetro nos servirá para calcular el agua necesaria que debe ser incorporada para que el sistema planta-suelo siga en equilibrio, y de esta forma la producción no decaiga.

A la hora de calcular la ET_c , el método más utilizado es el recomendado por la FAO, para el cual el cálculo resulta de la expresión:

$$ET_c = ET_0 \times K_c \times K_r$$

Donde:

- ET_c = evapotranspiración máxima del cultivo ($\frac{mm}{día}$).
- ET_0 = evapotranspiración de referencia ($\frac{mm}{día}$).
- K_c = coeficiente del cultivo.
- K_r = coeficiente de localización.

2.1.1 Cálculo de la ET_0

Para el cálculo de la ET_c , es necesario conocer la evaporación de referencia (ET_0) que se produce en la zona de estudio. Este parámetro, definido por Thornthwaite y Penman en 1948, hace referencia a la evapotranspiración de referencia de una superficie provista de hierba (gramínea o pradera), bien provista de agua, en perfecto estado de crecimiento, y cuyo factor determinante es el clima, es decir las características energéticas y aerodinámicas de su entorno atmosférico. Este concepto se introduce para el estudio de la demanda evaporativa atmosférica de un cultivo, independientemente de cuál sea éste, estado de desarrollo y manejo.

En nuestro caso particular, este parámetro fue estudiado en el **anejo nº1 “Estudio climático”**. Particularmente, se decidió hacer una comparativa entre los métodos de cálculo de la ET_0 por Penman-Monteith y Hargreaves. En dicho anejo puede observarse que la diferencia entre los datos arrojados por ambos métodos no son muy grandes, pero que en los meses de máximas necesidades (meses de verano, donde las temperaturas son más elevadas y las precipitaciones menores) el método de Penman-Monteith es más exigente. Como consecuencia, a la hora de realizar el diseño del riego se estudiaron como alternativa, promediar ambos o elegir aquel que era más exigente, eligiéndose en última instancia usar el método con mayor nivel de exigencia.

A continuación, se recogen los valores de la ET_0 usadas en nuestro proyecto. A modo de recordatorio, mencionar que han sido obtenidas de los promedios de los valores de las estaciones más cercanas (Almonte y Aznalcázar), pertenecientes a la Red de estaciones Agroclimáticas de Andalucía, y que los valores corresponden al estudio de 17 años (2000-2017)

Tabla 1: ET_0 ($\frac{mm}{día}$) media mensual. Método Penman-Monteith.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ET_0 ($\frac{mm}{día}$)	1,29	1,91	2,88	4,00	5,28	6,63	7,37	6,67	4,80	3,04	1,77	1,29

La ET_0 es un parámetro independiente del sistema de riego a utilizar, por lo que se usarán los mismos datos en el diseño para la plantación en intensivo como en seto.

2.1.2 Coeficiente de cultivo (K_c)

El coeficiente de cultivo (K_c), es un parámetro usado para expresar la relación entre la evapotranspiración del cultivo y la ET_0 . El K_c varía con la cobertura del suelo y, en condiciones de suelo parcialmente cubierto, con la frecuencia de lluvias (Barranco *et al.*, 2017). Como en un cultivo existen variaciones a lo largo de las distintas fases de crecimiento, los valores de K_c varían

para un mismo cultivo en las diferentes etapas, reflejando los cambios que experimenta en cuanto a la vegetación y cobertura provocados por el crecimiento y la maduración del árbol.

A continuación, se recogen los valores de K_c mensuales para el cultivo del olivo:

Tabla 2: Valores coeficiente de cultivo K_c para el Olivo.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K_c	0,5	0,5	0,7	0,65	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5

Fuente: (Steduto, P *et al.*, 20012), (Barranco *et al.*, 2017)

2.1.3 Coeficiente de localización (K_r)

La ET_c de un olivar con alta densidad de plantación varía en comparación con la de un sistema tradicional, por lo que en la fórmula para su cálculo se incorpora un coeficiente que contempla el estado de desarrollo del cultivo (superficie cubierta por la copa). De este modo, los valores de K_r variarán entre poco más de 0, para cultivos que estén en la fase inicial de desarrollo, y cercano al 1 para adultos en sistema intensivo con riego localizado.

K_r puede ser determinado de forma aproximada a través de la expresión (FAO, cuaderno nº 66):

$$K_r = 0,0226 \times S_s - 0,00012 \times S_s^2$$

Siendo:

- S_s = porcentaje de sombreado.

S_s hace referencia al porcentaje de sombreado del suelo a mediodía por la copa de los árboles, y su cálculo está relacionado con la densidad de plantación y con el diámetro máximo de copa de los olivos en pleno desarrollo:

$$S_s = \frac{\pi \times r^2}{\text{Marco de plantación}} \times 100$$

Donde:

- r = radio máximo de copa (m).

En el modelo intensivo, contamos con un marco de plantación de 8 x 5 m, lo que nos proporciona una densidad de $250 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$. En cuanto al diámetro máximo alcanzado por los olivos, consideraremos 4 m, los cuales se mantendrán a lo largo de la vida de la plantación a través de labores de poda. Aclarados dichos datos, el cálculo de S_s quedará:

$$S_s = \frac{\pi \times 2^2}{40} \times 100 = 31,42 \%$$

Conocido el valor de S_s , el valor de K_r puede ser hallado de la expresión antes mencionada:

$$K_r = 0,0226 \times 49,09 - 0,00012 \times 49,09^2 = 0,59$$

Conocidos los valores de ET_0 , K_c y K_r , podemos proceder al cálculo de la ET_c ($\frac{mm}{\text{día}}$) mensual:

Tabla 3: Cálculo ET_c en sistema de riego intensivo.

	ENE	FEB	MAR	ARB	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$ET_0 \left(\frac{mm}{día}\right)$	1,29	1,91	2,88	4,00	5,28	6,63	7,37	6,67	4,80	3,04	1,77	1,29
K_c	0,50	0,50	0,70	0,65	0,60	0,60	0,50	0,50	0,60	0,60	0,70	0,50
K_r	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
$ET_c \left(\frac{mm}{día}\right)$	0,38	0,56	1,19	1,53	1,87	2,35	2,18	1,97	1,70	1,08	0,73	0,38

2.2 Necesidades netas de riego (N_n)

Para el cálculo de la dosis de riego y del diseño hidráulico de la instalación, partiremos del mes de máximas necesidades. De esta forma, aseguraremos que durante el resto del año el aporte de agua requerido quede satisfecho. En nuestro caso, nos fijaremos en la ET_c del mes de junio. Para obtener las necesidades netas de riego, usaremos la fórmula:

$$N_n = ET_c - Pe$$

Siendo:

- N_n = Necesidades netas de riego (mm)
- ET_c = Evapotranspiración del cultivo
- Pe = Precipitación efectiva, es decir aquella agua de lluvia que queda disponible tras infiltrarse en el suelo para ser provista por el sistema radicular.

De esta forma, será únicamente necesario aportar agua mediante riego aquellos meses en los que la demanda sea superior al aporte por las lluvias.

Como se observó en el estudio climático, en el mes de junio las precipitaciones suelen ser prácticamente inexistentes, por lo que quedarán fuera del cálculo dichos aportes de agua al suelo:

$$N_n = ET_c$$

Teniendo en cuenta que se pretende regar todos los días, en el mes de junio las necesidades netas de riego (N_n) será de $2,35 \frac{mm}{día}$, o lo que es lo mismo $2,35 \frac{L}{m^2} día$.

Teniendo en cuenta el marco de plantación, podemos calcular la necesidad neta por olivo:

$$N_n = 2,35 \frac{L}{m^2 \times día} \times \frac{(8 \times 5)m^2}{árbol} = 94 \frac{L}{día \times árbol}$$

Para cada hectárea, por tanto, la N_n será:

$$N_n = 94 \frac{L}{día \times árbol} \times \frac{10.000m^2}{\frac{ha}{40m^2}} = 23.500 \frac{L}{día \times ha} = 23,50 \frac{m^3}{día \times ha}$$

2.3 Necesidades totales de riego (N_t)

A la hora de calcular el riego, en las necesidades netas hay que contemplar pérdidas por percolación, salinidad y uniformidad de riego, para las cuales se añade más agua.

Para el cálculo de las necesidades totales de riego (N_t), usaremos la expresión siguiente:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - K) \times CU}$$

Conocido que:

- N_n = Necesidades netas de riego ($\frac{m^3}{dia \times ha}$).
- CU = coeficiente de uniformidad.
- K = se usará el mayor valor entre:
 - $K = 1 - E_a$
 - $K = R_L$

Donde:

- E_a = eficiencia de aplicación.
- R_L = requerimiento de lavado.

Para los valores del parámetro E_a , (Seller, 1978) apunta que hay que distinguir dos casos:

- Climas áridos, en los que no se ha tenido en cuenta la precipitación a la hora de calcular la N_n
- Climas húmedos, donde la precipitación sí se consideró a la hora de calcular la N_n .

Para nuestro caso en particular:

Tabla 4: Valores E_a para climas áridos. Seller (1978)

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 - 1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Para un suelo arcillo-arenoso, como el de nuestra finca, y una profundidad de raíces de 0,75-1,50 m, el valor de E_a será de 1,00, es decir las pérdidas por percolación se considerarán despreciables.

Siguiendo con el tema, calculamos el R_L , cuyo valor para un riego localizado de alta frecuencia se obtendrá de la ecuación:

$$R_L = \frac{CE_a}{2 \times \max CE_e}$$

Donde:

- R_L = Requerimiento por lixiviación, expresado en tanto por uno.
- CE_a = Conductividad eléctrica del agua de riego, que en nuestro caso es $0,94 \frac{dS}{m}$, según quedó reflejado en el anejo nº 3, "Análisis del agua de riego".
- $maxCE_e$ = Conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual la pérdida de productividad es del 100 %, expresado en $\frac{dS}{m}$

Para conocer el dato de la CE_e para la cual se produce una pérdida de la producción del 100%, recurriremos a la tabla de Mass-Hoffman:

Figura 1: Tolerancia de los cultivos a la salinidad relacionada con el porcentaje de producción. Mass-Hoffman.

Cultivo	a	b	Valores de CE_e (mmhos/cm) para una P (%) de:					
			100	90	75	50	0	
FRUTALES								
Palmera datilera (Phoenix dactylifera)	4,0	4,50	4,0	6,8	10,9	17,9	32,0	
Granado (Punica granatum)	2,7	8,77	2,7	3,8	5,5	8,4	14,0	
Higuera (Ficus carica)								
Olivo (Olea europaea)								
Vid (Vitis spp)	1,5	9,62	1,5	2,5	4,1	6,7	12,0	
Pomelo (Citrus paradisi)	1,8	16,13	1,8	2,4	3,4	4,9	8,0	
Peral (Pyrus communis)	1,7	16,13	1,7	2,3	3,3	4,8	8,0	
Manzano (Malus sylvestris)								
Naranja (Citrus sinensis)								
Limonero (Citrus limón)	1,7	16,13	1,7	2,3	3,3	4,8	8,0	
Nogal (Juglans regia)								
Melocotonero (Prunus persica)								
Ciruelo (Prunus domestica) ...	1,5	17,86	1,5	2,1	2,9	4,3	7,0	
Almendro (Prunus dulcis)	1,5	19,23	1,5	2,0	2,8	4,1	7,0	
Albaricoquero (Pyrus armeniaca) ..	1,6	23,81	1,6	2,0	2,6	3,7	6,0	
Zarzamora (Rubus spp)	1,5	21,74	1,5	2,0	2,6	3,8	6,0	
Aguacate (Persea americana)	1,3	20,83	1,3	1,8	2,5	3,7	6,0	
Frambuesa (Rubus idoeus)	1,0	22,73	1,0	1,4	2,1	3,2	5,5	
Fresa (Fragaria spp.)	1,0	33,33	1,0	1,3	1,8	2,5	4,0	

Nuestro R_L por tanto quedaría:

$$R_L = \frac{0,94}{2 \times 14} = 0,034 \rightarrow 3,4\%$$

Una vez obtenidos los datos de R_L y E_a , K corresponderá como dijimos al mayor de estos dos parámetros. $K = 3,4\%$, ya que $R_L (3,4\%) > 1-E_a (1-1=0)$.

En cuanto al coeficiente de uniformidad (CU), se recomienda que se diseñe para un CU del 90%.

Por último, sustituimos los parámetros en la ecuación para el cálculo de N_t :

$$N_t = \frac{23,50}{(1-0,034) \times 0,90} = 27,03 \frac{m^3}{día \times ha} = 2,703 \frac{L}{día \times m^2}$$

Para saber las necesidades netas por árbol ($N_{t,a}$), tendremos que ver la relación entre N_t y el marco de plantación:

$$N_{t,a} = N_t \times \text{Marco de plantación} = 2,703 \frac{L}{\text{día} \times m^2} \times 40 \frac{m^2}{\text{árbol}} = 108,12 \frac{L}{\text{día} \times \text{árbol}}$$

2.4 Número de emisores por árbol (N_e)

Para el cálculo del número de goteros por árbol, recurriremos a la expresión:

$$N_e = \frac{SM_p}{SM_e}$$

Donde:

SM_p = Superficie mojada por planta.

SM_e = Superficie mojada por emisor.

2.4.1 Superficie mojada por planta (SM_p)

En riego localizado, solo una parte del suelo se moja para proveer de agua a la planta, por lo que dicha superficie mojada debe ser lo suficiente para que el desarrollo radicular del cultivo sea correcto. Por ello, se introduce el concepto de superficie mojada por planta (SM_p), que está relacionada con el porcentaje de superficie mojada (P) y la superficie sombreada por la planta (S_c):

$$SM_p = S_c \times P$$

El valor de P depende del tipo de cultivo, el clima y el tipo de suelo, y sus valores varían en función de la densidad de plantación. Al reducirse el marco de plantación el porcentaje suelo mojado debe aumentar. En nuestro caso, usaremos un valor de P del 40%. En el caso de la superficie sombreada por el árbol, contemplamos que $S_c = \pi \times r^2 = \pi \times 2^2 = 12,56 m^2$

En nuestro caso, el valor de SM_p será:

$$SM_p = 12,56 m^2 \times 0,4 = 5,03 m^2$$

2.4.2 Superficie mojada por el emisor (SM_e)

La superficie mojada por el emisor (SM_e), corresponde a la proyección en el suelo del bulbo húmedo que forma dicho emisor. Está relacionado con el tipo de suelo y con las características propias del emisor, concretamente con el caudal (q) del mismo.

Para la instalación hidráulica se ha pensado usar como emisores goteros URAGOTA autocompensantes, integrados en tubería de polietileno de Ø16 mm, que trabajan en régimen turbulento. Las especificaciones técnicas de dicho elemento se recogen en el **punto 3.3** de este mismo anejo. En cuanto a su caudal, dependiendo del modelo elegido, descarga 1,9, 2,4 y 4,0 $\frac{L}{h}$. En nuestro caso, trabajaremos con un caudal de 4 $\frac{L}{h}$. Experiencias en la zona con suelos

semejantes al nuestro nos revelan diámetros medios mojados de 1,25 m², por lo que el valor de SM_e será: $\pi \times \frac{1,25^2}{2} = 1,227$

Hallados los valores de SM_p y SM_e , se procede a conocer el número de goteros que se pondrá a cada árbol:

$$N_e = \frac{5,03}{1,227} = 4 \frac{\text{emisores}}{\text{planta}}$$

Por tanto, en el diseño se contemplará la incorporación de 4 emisores por olivo, los cuales irán integrados en la tubería portagoteros y distanciados entre sí a 1,25 m.

2.5 Tiempo de riego (T_r)

En nuestra explotación se regará todos los días, pero es necesario saber cuánto tiempo de riego (T_r) se requieren para satisfacer las necesidades hídricas de nuestro cultivo. Para el cálculo de este dato recurriremos a la expresión:

$$T_r = \frac{N_t \times I_r}{q_e \times N_e}$$

Siendo:

- N_t = Necesidades totales ($\frac{L}{\text{día}}$)
- I_r = intervalo entre riegos (días)
- q_e = Caudal del emisor ($\frac{L}{h}$)
- N_e = Número de emisores por árbol

$$T_r = \frac{108,12 \times 1}{4 \times 4} = 6,75 \text{ h}$$

2.6 Caudal continuo ficticio

El caudal continuo ficticio disponible (C.C.F.D.), viene determinado por la expresión:

$$C.C.F.D. = \frac{Q_{\text{disponible}}}{\text{Superficie finca}}$$

En nuestro proyecto, se contempla una superficie de 20,99 ha, para la cual existe un pozo con caudal de 20 a 25 $\frac{L}{s}$. Tomaremos el valor más bajo por ser el limitante:

$$C.C.F.D. = \frac{20}{20,99} = 0,95 \frac{L}{s \times ha}$$

El caudal continuo ficticio necesario en cambio, será la resultante de la expresión:

$$C.C.F.N. = \frac{N_t \times 10.000}{24 \times 3.600}$$

Siendo:

- C.C.F.N.= Caudal continuo ficticio necesario ($\frac{L}{s \times ha}$);
- N_t = necesidades totales de riego ($\frac{L}{día \times m^2}$)
- $10000(\frac{m^2}{ha})$
- $24 (\frac{h}{día})$
- $3600 (\frac{s}{h})$

$$C.C.F.N. = \frac{2,703 \times 10.000}{24 \times 3.600} = 0,31 \frac{L}{s \times ha}$$

Dado que **C.C.F.D.** > **C.C.F.N.** se verifica el abastecimiento para regar cubriendo las máximas necesidades.

2.7 Sectores de riego

En explotaciones de gran dimensión, se recurre a dividir la superficie de riego en sectores. De esta forma, la aplicación de agua se divide en unidades más pequeñas que permiten un buen aprovisionamiento con el caudal que proporciona el pozo.

1. Número máximo de sectores de riego:

$$N_{máx} = \frac{JER \times I_r}{T_r}$$

Siendo:

- JER = Jornada efectiva de trabajo ($\frac{h}{día}$).
- I_r = Intervalo entre riegos (día)-
- T_r = tiempo de riego (h)

Calculados dichos datos en puntos anteriores, el número máximo de sectores de riego será:

$$N_{máx} = \frac{24 \times 1}{6,75} = 3,55 \text{ sectores de riego.}$$

2. Número mínimo de sectores de riego:

$$N_{mín} = \frac{Q_{necesario}}{Q_{disponible}}$$

Donde:

$$Q_{necesario} = \frac{S \times N_e \times q_e}{\text{Marco plantación} \times 3600}$$

Conocido:

- S = Superficie (m^2).
- N_e = Número de emisores por planta.
- q_e = Caudal del emisor ($\frac{L}{h}$).
- Marco de plantación (m^2).
- 3600 ($\frac{s}{h}$).

Por lo que el N_{min} será:

$$N_{min} = \frac{\frac{209.900 \times 4 \times 4}{40 \times 3600}}{20} = 1,16 \text{ sectores de riego}$$

Finalmente, se optará por instalar 2 sectores de riego de tamaño semejante. De esta forma, se distribuirá de forma equitativa el número de olivos por sector y la cantidad de agua a proporcionar. Los sectores de riego serán de gran dimensión, por lo que se recurrirá a la creación de subsectores de riego que abaraten la instalación, pues las tuberías serán de menor diámetro y por tanto supondrán un menor desembolso económico. Concretamente se diseñarán 3 subsectores por cada sector de riego, de tamaño similar.

3. Diseño hidráulico

3.1 Criterio hidráulico

En la elección del gotero, se optará por un gotero autocompensante, el cual según el catálogo mantiene un caudal uniforme siempre y cuando la presión de trabajo se encuentre en un rango de 7 a 40 m.c.a., por lo que para nuestro estudio optaremos por un criterio hidráulico en el que el gotero más desfavorable de la instalación no trabaje por debajo de 10 m.c.a.

En primer lugar, calcularemos el criterio hidráulico mediante la expresión:

$$dH_{adm} = P_{máx} - P_{mín} = 40 - 10 = 30 \text{ m. c. a.}$$

Siendo:

- dH_{adm} = Diferencia de presión admisible.
- $P_{máx}$ = Presión máxima de trabajo del gotero.
- $P_{mín}$ = Presión mínima de trabajo del gotero.

En relación al criterio económico, se ha constatado que el coste mínimo de la instalación se produce cuando el 55% de las pérdidas admisibles en la subunidad de riego se producen en el lateral (portagoteros), siendo el 45% restante producidas en el portolaterales o portolaterales. Por consiguiente, dichas pérdidas de carga serán:

1. Pérdidas de carga admisibles en el lateral ($HR_{adm\ lateral}$).

$$HR_{adm\ lateral} = 0,55 \times dH_{adm} = 16,50 \text{ m.c.a.}$$

2. Pérdida de carga admisible en el portallaterales ($HR_{adm\ portallaterales}$).

$$HR_{adm\ portallaterales} = 0,45 \times dH_{adm} = 13,50 \text{ m.c.a.}$$

Como medida de seguridad, se tomará como condición que en el punto más desfavorecido de la subunidad de riego se trabaje a 10 m.c.a.

3.3. Elección del emisor

Para nuestra instalación hidráulica, se va a elegir un emisor de tipo autocompensante UROGOTA integrado en una tubería de polietileno de 16 mm de diámetro, para el que el fabricante otorga unas características técnicas recogidas a continuación:

- **Caudal** constante en régimen de trabajo comprendido entre 7 y 40 m.c.a., sin provocar picos durante la puesta en marcha la instalación y alcanzándose rápidamente la presión de trabajo.
- **Membrana** resistente de silicona de propiedades químicas y mecánicas especiales, encargadas de mantener constante el caudal de salida para el intervalo de presiones considerado. La membrana es resistente a los productos químicos usados asiduamente en la agricultura (fertilizantes, herbicidas, ácidos...) y soporta un pH mínimo de 2.
- Los **goteros** constan de tres puntos de emisión, lo cual reduce las posibilidades de obstrucción por succión de partículas e impiden que el agua quede retenida en el interior provocando la proliferación de algas o precipitados.
- **Filtro** incorporado que produce una protección adicional, dando como resultado un gotero con muy baja sensibilidad a la obstrucción.
- **Autolimpieza**, proporcionada por la membrana incorporada.
- **Filtración recomendada**: malla-anillas de 200 micras.
- **Constante del gotero**. $K = 3,5$
- **Exponente de descarga del gotero**. $X = 0,1$
- Tubería de polietileno virgen de alta calidad resistente a la radiación UV.
- Gotero integrado termosoldado a la tubería.
- Distancia entre goteros variable en función a la presión de trabajo y caudal.

Figura 2: Características tubería portagoteros.

Diámetro exterior (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Espesor nominal de pared (mm)	Diámetro interior nominal (mm)	Presiones de trabajo (kg/cm ²)	Caudales nominales (l/h)
16	1,0	1,1	13,8	0,7 - 4,0	1,9 - 2,4 - 4,0

Fuente: Catálogo Urriego

¹ Gotero integrado Urogota autocompensante, revista de divulgación, de http://www.olint.com/sites/default/files/catlg_olint10_esp.pdf, fecha de consulta: 12 de junio de 2017.

Figura 3: Longitudes máximas recomendadas en laterales (m).

URAGOTA AUTOCOMPENSANTE ø 16 mm																								
Presión de entrada (kg/cm²)	DISTANCIA ENTRE GOTEROS (cm)																							
	30			40			50			60			75			100			125			150		
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
1	68	59	42	83	71	51	96	82	60	108	93	67	125	107	78	150	129	94	174	150	108	195	168	121
1,5	97	84	61	118	102	73	137	118	85	154	133	96	178	153	111	215	185	134	248	214	154	279	240	173
2	116	100	72	141	121	88	163	140	101	184	158	114	212	183	132	256	221	159	296	255	184	332	286	207
2,5	131	113	81	158	136	98	183	158	114	207	178	129	239	206	149	288	248	179	333	287	207	374	322	233
3	143	123	89	173	149	108	200	173	125	226	195	141	261	225	163	315	271	196	364	313	226	409	352	255
3,5	153	132	95	186	160	116	215	185	134	243	209	151	281	242	175	338	291	210	391	337	243	439	379	273
CAUDAL (l/h)	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0	1,9	2,4	4,0
Presión mínima: 0,7 kg/cm² Uniformidad de emisión: 90%																								

Presión mínima: 0,7 kg/cm² Uniformidad de emisión: 90%

Fuente: Catálogo Urariego.

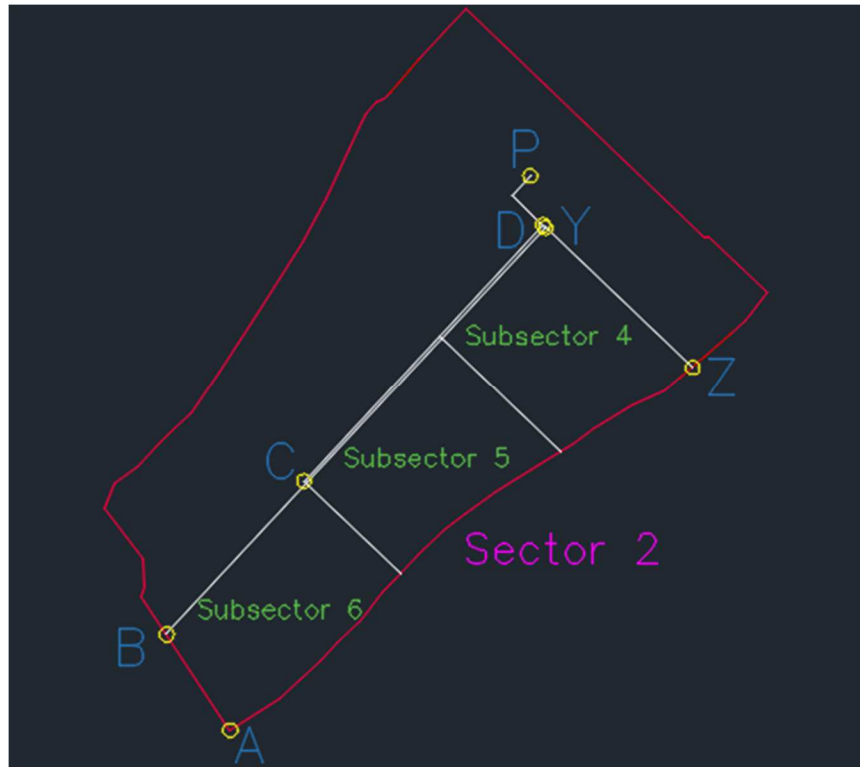
3.4 Distribución de tuberías en el sector más desfavorable

Comenzaremos los cálculos por el sector más desfavorable, y dentro de este por el ramal igualmente más desfavorecido. De esta forma, aseguraremos que la instalación cumpla los criterios en toda su extensión.

El subsector más desfavorable será aquel más alejado del cabezal de riego, y dentro del mismo se elegirá el gotero más distante, con pendiente ascendente desde el ramal portallaterales. En nuestro caso, como se observa en el plano nº6, se corresponde con el subsector 6 de riego.

A continuación, se muestra un croquis que permitirá poder identificar los distintos puntos analizados en la distribución hidráulica con más facilidad:

Figura 4: Croquis sector 2 riego intensivo.



La parcela presenta cierta desigualdad en reparto de sectores y subsectores, pero de todas formas las dimensiones de los mismos son prácticamente iguales, por lo que el caudal quedará repartido de forma equitativa.

3.4.1 Lateral portaemisores (Tramo B-A)

- Longitud del ramal (m) = 128
- Caudal (Q_{B-A}) = número de goteros (N_e) x caudal del emisor (q_e) = $102 \times 4 = 408 \frac{L}{h} = 1,13 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$

Calculamos un diámetro teórico para una velocidad de $1,5 \frac{m}{s}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{B-A}}{V \times \pi}}$$

Siendo:

- Q_{B-A} = Caudal en $\frac{m^3}{s}$
- D= Diámetro de la tubería en mm
- V= velocidad en $\frac{m}{s}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1,13 \times 10^{-4}}{1,5 \times \pi}} = 9,80 \times 10^{-3} \text{ m} = 9,80 \text{ mm}$$

Como especifican las características de las tuberías portagoteros de 16 mm de diámetro Uragota en la figura 2, su diámetro interior es de 13,8 mm, por lo que satisfacen el diámetro exigible para nuestro caso.

Debido a que las pérdidas de carga localizadas son proporcionales a partir de los coeficientes de pérdida de carga localizada (K), el cálculo de las pérdidas de carga total se estimará a partir de la expresión:

$$Hr_{B-A} = L_f \times J \times F$$

Donde:

- Hr_{B-A} = Pérdida de carga en el lateral (B-A) en m.c.a.
- J = Pérdida de carga unitaria expresada en $\frac{\text{m.c.a.}}{\text{m lineal}}$
- F = factor de Christiansen.
- L_f = longitud ficticia en m.

Longitud ficticia (L_f)

La longitud ficticia, donde se incluyen las pérdidas de carga localizada, será el resultado de la expresión:

$$L_f = L + N_e \times L_e$$

Siendo:

- L = Longitud del ramal en m
- N_e = Número de emisores
- L_e = Longitud equivalente en m, que para nuestra tubería de polietileno de 16 mm tendrá un valor de 0,16.

$$L_f = 128 + 102 \times 0,16 = 144,32 \text{ m}$$

Ecuación de Blasius (J)

Para obtener el coeficiente J se recurrirá a la ecuación de Blasius, lo cual nos permitirá conocer de manera exacta la pérdida de carga en tuberías de polietileno de baja densidad (PEBD):

$$J = 0,473 \times Q_{B-A}^{1,75} \times D^{-4,75}$$

Para:

- Q_{B-A} = Caudal en $\frac{\text{L}}{\text{h}}$
- D = Diámetro interior en mm

$$J = 0,473 \times 408^{1,75} \times 13,8^{-4,75} = 0,070$$

Factor de Christiansen (F)

Dicho factor dependerá del número de emisores, la longitud hasta el primer emisor y del régimen del fluido.

$$F = \frac{1}{(1 + \beta)} + \frac{1}{(2 \times N_e)} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{(6 \times N_e^6)}$$

$$\left. \begin{array}{l} - L_0 = 1 \\ - \beta \text{ (PE)} = 1,75 \\ - N_e = 102 \end{array} \right\} F = 0,368$$

Por consiguiente, conocidos todos los parámetros, la pérdida de carga totales en el ramal será:

$$H_{r_{B-A}} = 144,32 \times 0,070 \times 0,368 = 3,72 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad en el ramal dependerá del caudal que circule y de la sección del mismo. El cálculo de la sección (S), se determinará mediante el radio interior (r) en metros, quedando este:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,0138}{2} \right)^2 = 1,50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por tanto, la velocidad (V) será:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{1,13 \times 10^{-4}}{1,50 \times 10^{-4}} = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tras el cálculo de la pérdida de carga en el tramo B-A del ramal más desfavorecido, observamos que esta es bastante inferior a la pérdida de carga admisible en el ramal (**3,72 m.c.a. < 16,50 m.c.a.**), por lo que al ser este el gotero más desfavorable dentro de nuestro sistema hidráulico y satisfacer nuestros criterios de pérdidas de carga, aseguramos que todos los demás lo cumplen si usamos tuberías de polietileno de 16 mm de diámetro

Para calcular la presión de trabajo necesaria en el lateral, impondremos como ya se comentó con antelación que el emisor más desfavorecido no trabaje a una presión inferior a 10 m.c.a. para asegurar el buen funcionamiento del sistema. Para su obtención, usaremos la expresión:

$$H_B = H_A + H_{r_{B-A}} \pm \Delta Z$$

Donde:

- H_B = Presión en el punto B (origen del ramal) en m.c.a.
- H_A = Presión en el punto A (emisor más desfavorable) en m.c.a.
- $H_{r_{B-A}}$ = Pérdida de carga en el ramal (B-A) en m.c.a.
- ΔZ = Desnivel geométrico entre los extremos del ramal en m.

$$H_B = 10 + 3,72 + 2,21 = 15,93 \text{ m. c. a.}$$

3.4.1.1 Lateral portaemisores (Tramo Y-Z)

Para comprobar que nuestra red hidráulica satisface el criterio hidráulico impuesto en toda su extensión, se decidió realizar el estudio de la pérdida de carga del portagoteros situado entre los puntos Y-Z, puesto que este será el de mayor longitud en nuestra instalación y podría no ajustarse a nuestros cálculos:

- Longitud del ramal (m) = 226 m
- Caudal (Q_{Y-Z}) = número de goteros (N_e) x caudal del emisor (q_e) = $180 \times 4 = 723,2 \frac{L}{h} = 2,01 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$

Calculamos un diámetro teórico para una velocidad de $1,5 \frac{m}{s}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{Y-Z}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,01 \times 10^{-4}}{1,5 \times \pi}} = 0,01306 \text{ m} = 13,06 \text{ mm}$$

Como dijimos, nuestra tubería portagoteros tendrá un diámetro interior de 13,80 mm, por lo que cumple las exigencias.

La pérdida de carga en el tramo vendrá definida por:

$$H_{r_{Y-Z}} = L_f \times J \times F$$

Longitud ficticia (L_f)

$$L_f = L + N_e \times L_e = 226 + 180 \times 0,16 = 254,80 \text{ m}$$

Ecuación de Blasius (J)

$$J = 0,473 \times Q_{Y-Z}^{1,75} \times D^{-4,75}; (Q_{Y-Z} \text{ en } \frac{L}{h} \text{ y } D = \text{interior en mm})$$

$$J = 0,473 \times 723,2^{1,75} \times 13,8^{-4,75} = 0,183$$

Factor de Christiansen (F)

$$F = \frac{1}{(1 + \beta)} + \frac{1}{(2 \times N_e)} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{(6 \times N_e^6)}$$

$$\left. \begin{array}{l} - L_0 = 1 \\ - \beta \text{ (PE)} = 1,75 \\ - N_e = 180 \end{array} \right\} F = 0,366$$

Por tanto, la pérdida de carga total en el ramal será:

$$H_{r_{Y-Z}} = 254,80 \times 0,183 \times 0,366 = 17,07 \text{ m. c. a.}$$

Igualmente, la velocidad (V) que circulará por la tubería vendrá determinada por:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{2,01 \times 10^{-4}}{1,50 \times 10^{-4}} = 1,34 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

La pérdida de carga en el portagoteros más desfavorable vemos que sobrepasa el criterio impuesto (**17,07 m.c.a. > 16,50m.c.a.**). Sin embargo, no habrá problemas en el funcionamiento, pues la pérdida de carga que se produce es del 58% aproximadamente, quedando un 42% disponible para el portarramal, el cual como se comprobará más adelante no queda sobrepasado.

3.4.2 Tubería portalaterales (C-B)

A continuación, pasaremos al dimensionamiento del portalateral del subsector más desfavorable de nuestra instalación hidráulica, que se corresponde con el subsector 6.

Se dispondrá de una sola red secundaria que abastecerá a los dos sectores, quedando ésta dispuesta a la izquierda del camino central de servicio, soterrada. Por ello, para alimentar a cada subsector, los portarramales del sector 2 deberán tener el tramo que va del hidrante al inicio del subsector soterrado (4 metros cada uno), pasando así desde la tubería secundaria (a la izquierda del camino) hasta los subsectores 4, 5 y 6 (a la derecha del camino)

Dado que las superficies de riego son prácticamente iguales, trataremos de que el caudal que circula por nuestros portalaterales sea el mismo. La elección del subsector 6 como el que contiene el portalateral más desfavorecido se debe a su lejanía hasta el cabezal de riego y a la diferencia de cota presente en el mismo.

- Longitud del portarramal: 233m, 229 sin contar los 4 m enterrados.

- Número de filas de olivos: $\frac{229\text{ m}}{8\text{ m entre filas}} = 28\text{ filas} = 28\text{ ramales.}$

Para definir el caudal del portarramal (Q_{C-B}) necesitaríamos saber el caudal que circula por cada ramal que irá insertado en él. Para ello, podríamos estimar el caudal de un ramal y multiplicarlo por el total que componen el subsector de riego, pero debido a la forma del mismo, el dato sería impreciso puesto que todos los ramales no tendrán la misma longitud. En consecuencia, calcularemos el caudal como el producto del número de emisores (N_e) en todo el subsector por el caudal de estos:

$$- Q_{C-B} = \frac{\text{Superficie}}{\text{marco olivos}} \times N_e \times q_e = \frac{34.870\text{ m}^2}{40\frac{\text{m}^2}{\text{olivo}}} \times 4\text{ goteros} \times 4\frac{l}{h} = 13.948\frac{l}{h} = 3.87 \times 10^{-3}\frac{\text{m}^3}{s}$$

A continuación, calcularemos el diámetro de la tubería fijando una velocidad máxima de $1,5\frac{m}{s}$:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{C-B}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3,87 \times 10^{-3}}{1,5 \times \pi}} = 0,05734\text{ m} = 57,34\text{ mm}$$

Elegiremos para la tubería portarramal polietileno de alta densidad (PEAD), con una presión máxima de 6 atmósferas, las cuales se unirán a la red secundaria por una electroválvula:

Tabla 5: Espesor en tuberías de PEAD en función a DN y PN

Diámetro nominal (mm)	Espesor (e) en mm, en función a la presión nominal en atm		
	4 atm	6 atm	10 atm
25	-	2,0	2,3
32	-	2,0	2,9
40	2,0	2,4	3,7
50	2,0	3,0	4,6
63	2,4	3,8	5,8
75	2,9	4,5	6,8
90	3,5	5,4	8,2
110	4,2	6,6	10,0
125	4,8	7,4	11,4
140	5,4	8,3	12,7
160	6,2	9,5	14,7
180	6,9	10,7	16,4
200	7,7	11,9	18,2

Fuente: Apuntes "Ingeniería del riego; ETSIA-US"

Probaremos con un diámetro nominal de 75 mm:

$$D_i = DN - 2 \times \text{espesor} = 90 - 2 \times 5,4 = 66 \text{ mm}$$

La pérdida de carga en el portarramal será calculada mediante la expresión:

$$H_{r_{C-B}} = L_f \times J \times F$$

Longitud ficticia (L_f)

Como longitud ficticia (L_f), usaremos la longitud real (L) de la conducción incrementada un 10%

$$L_f = L \times 1,10 = 233 \times 1,10 = 256,30 \text{ m}$$

Ecuación de Blasius (J)

$$J = 0,473 \times Q_{C-B}^{1,75} \times D^{-4,75}; (Q_{C-B} \text{ en } \frac{L}{h} \text{ y } D = \text{interior en mm})$$

$$J = 0,473 \times 13.948^{1,75} \times 66^{-4,75} = 0,019$$

Factor de Christiansen (F)

Dependerá del número de salidas (laterales), la distancia hasta la primera salida y el régimen del fluido:

$$F = \frac{1}{(1 + \beta)} + \frac{1}{(2 \times N_e)} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{(6 \times N_e^6)}$$

$$\left. \begin{array}{l} - L_0 = 1 \\ - \beta \text{ (PE)} = 1,75 \\ - N_r = 28 \end{array} \right\} F = 0,382$$

La pérdida de carga en el conducto portaramal será por tanto:

$$H_{r_{C-B}} = L_f \times J \times F = 256,30 \times 0,019 \times 0,382 = 1,86 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad en el portaramal dependerá del caudal ($\frac{m^3}{s}$) que circule y de la sección del mismo (m) :

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,066}{2}\right)^2 = 3,42 \times 10^{-3} m^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{3,87 \times 10^{-3}}{3,42 \times 10^{-3}} = 1,13 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

La pérdida de carga admisible en el portaramal es inferior a la pérdida experimentada en el subsector más desfavorable (**1,86 m.c.a. < 13,50 m.c.a.**) por lo que la elección de la tubería es correcta. Podría pensarse que podría servir una tubería de 63 mm, pero dada la velocidad estimada en la de 75 mm queda descartada.

La presión al inicio (punto C) será por consiguiente:

$$H_c = H_b + H_{Pr;C-B} \pm \Delta Z = 15,93 + 1,86 + 4,38 = 22,17 \text{ m. c. a.}$$

3.4.3 Red secundaria

En este apartado se realizarán los cálculos oportunos para el dimensionamiento de la red secundaria de tuberías. Este tramo, comienza al inicio del sector 1 (punto D) y continua hasta el inicio del último de los subsectores del primer sector (punto C).

Los subsectores tienen dimensiones semejantes, por lo que se calculará el caudal como el producto del previamente calculado por el número de subsectores a abastecer. En nuestro caso el subsector 4, tal como aparece en el plano nº 7, es prácticamente abastecido desde la principal, por lo que la secundaria solo necesita llevar agua para dos subsectores (5 y 6).

- Longitud: 391 m

$$- Q_{D-C} = Q_{sub} \times N_{sub} = 13.948 \times 2 = 27.896 \frac{L}{h} = 7,75 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

Para el cálculo del diámetro de la tubería se usará una velocidad de 1,5 m/s :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{D-C}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 7,75 \times 10^{-3}}{1,5 \times \pi}} = 0,08110 m = 81,10 mm$$

En la red secundaria, usaremos una tubería de PVC soterrada a la izquierda del camino, conectadas a cada subsector mediante un hidrante y electroválvula. Para su dimensionamiento, probaremos con una tubería de 90 mm de diámetro exterior y 84,6 mm de diámetro interior

Tabla 6: Espesor y diámetro interior en tuberías de PVC en función a la presión nominal y diámetro nominal.

DN (mm)	Espesor (e) y diámetro interior (Di) en mm, para las siguientes presiones en atm			
	6 atm	Di (mm)	10 atm	Di (mm)
50	1,8	46,4	2,4	45,2
63	1,9	59,2	3,0	57,0
75	2,2	70,6	3,6	67,8
90	2,7	84,6	4,3	81,4
110	3,2	103,6	5,3	99,4
125	3,7	117,6	6,0	113,0
140	4,1	131,8	6,7	126,6
160	4,7	150,6	7,7	144,6
180	5,3	169,4	8,6	162,8
200	5,9	188,2	9,6	180,8
225	6,6	211,8	10,8	203,4
250	7,3	235,4	11,9	226,2
280	8,2	263,6	13,4	253,2
315	9,2	296,6	15,0	285,0
355	10,4	334,2	16,9	321,2
400	11,7	376,6	19,1	361,8

Fuente: Apuntes "Ingeniería del riego; ETSIA-US"

La pérdida de carga en la red secundaria será:

$$Hr_{D-C} = L \times J$$

Ecuación de Veronese-Datei (J)

J se calculará mediante la ecuación de Veronese-Datei, ya que nuestra tubería será de PVC:

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times Q_{D-C}^{1,8} \times D^{-4,8}; (Q_{D-C} \text{ en } \frac{m^3}{s} \text{ y } D = \text{interior en m})$$

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times 7,75 \times 10^{-3} \times 0,0846^{-4,8} = 0,0206$$

La pérdida de carga en el tramo D-C será por consiguiente:

$$Hr_{D-C} = 391 \times 0,0206 = 8,06 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad en la red secundaria dependerá del caudal ($\frac{m^3}{s}$) que circule y de la sección del mismo:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,0846}{2}\right)^2 = 5,62 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{7,75 \times 10^{-3}}{5,62 \times 10^{-3}} = 1,38 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

La presión al inicio del sector 2 (punto D) será por tanto:

$$H_D = H_C + H_{Pr;D-C} \pm \Delta Z = 22,17 + 8,06 + 7,40 = 37,63 \text{ m. c. a.}$$

3.4.4 Red primaria

A continuación, pasaremos al dimensionamiento de la red primaria de distribución. Como se observa en el croquis, este tramo está comprendido entre el pozo (punto P) y el punto D.

En nuestra finca se pretende hacer un riego sectorizado, de manera que en cada turno de riego se riegue uno de los dos sectores. Por ello, el caudal que circulará por la red primaria de distribución será el de un sector.

- L: 78 m.

$$- Q_{P-D} = Q_{sec} = Q_{sub} \times 3 = 13.948 \times 3 = 41.844 \frac{L}{h} = 0,011 \frac{m^3}{s}$$

Para el dimensionamiento de la tubería, se impondrá como velocidad máxima 1,5 m/s:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{P-D}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,012}{1,5 \times \pi}} = 0,09932 \text{ m} = 99,32 \text{ mm}$$

En la red primaria optaremos por implantar tuberías de PVC soterradas, para la cual probaremos con un diámetro nominal de 110 mm y 103,6 mm de diámetro interior, a 6 atm (datos obtenidos de la tabla 6).

La pérdida de carga en el tramo, se estimará mediante la expresión:

$$Hr_{P-D} = L \times J$$

Ecuación de Veronese-Datei (J)

J se calculará mediante la ecuación de Veronese-Datei, ya que nuestra tubería será de PVC:

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times Q_{P-D}^{1,8} \times D^{-4,8}; (Q_{P-D} \text{ en } \frac{m^3}{s} \text{ y } D = \text{interior en m})$$

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times 0,011^{1,8} \times 0,1036^{-4,8} = 0,014$$

El valor de la pérdida de carga entre el pozo y el punto D será por consiguiente:

$$Hr_{P-D} = 78 \times 0,014 = 1,13 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad que circulara por la red primaria, dependerá del Q_{P-D} ($\frac{m^3}{s}$) y de la sección de la tubería (S):

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,1036}{2}\right)^2 = 8,43 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,011}{8,43 \times 10^{-3}} = 1,30 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

Conocido el valor de la pérdida de carga, pasaremos al cálculo de la presión a la salida del cabezal de riego en el pozo:

$$H_{salida\ cabezal} = H_D + Hr_{P-D} + 10\%H_D \pm \Delta Z$$

Siendo:

- H_D = Presión necesaria a la entrada de la electroválvula = 37,63 m.c.a.
- Hr_{P-D} = Pérdida de carga desde el equipo de filtrado hasta la entrada del hidrante = 1,13 m.c.a.
- $10\%Hr_{P-D}$ = Pérdidas localizadas en la red de distribución = 0,113 m.c.a.
- ΔZ = Diferencia de cota a la salida del equipo de filtrado = 0,91 m.

$$H_{salida\ cabezal} = 37,63 + 1,13 + 0,113 + 0,80 = 39,67 \text{ m. c. a.}$$

Por último, para el cálculo de la carga a la entrada del cabezal de riego es necesario conocer la pérdida derivada del sistema de filtrado y el tanque de fertirrigación. Más adelante (**Punto 3.4.6.** de este mismo anejo), se detallan las especificaciones del filtro de malla que va insertado en el cabezal de riego.

$$H_{entrada\ cabezal} = H_{salida\ cabezal} + H_{filtro} + H_{tanque} = 39,67 + 3 + 3 = 45,67 \text{ m. c. a.}$$

3.5 Dimensionamiento de la bomba

El pozo del que se dispone para el riego tiene una profundidad de 18 m aproximados, situándose el nivel estático del mismo a los 9 metros y el nivel dinámico a 14 m. La bomba se instalará a 15 m, quedando de esta forma por debajo del nivel dinámico. Para conocer la pérdida de presión derivada del bombeo del agua hasta el nivel del cabezal recurriremos a la ecuación:

$$Hr_{bombeo} = L \times J$$

Ecuación de Hazen-Williams (J)

Usaremos una tubería de fundición, por lo que usaremos la ecuación de Hazen-Williams para el cálculo de J:

$$J = 10,7 \times Q_{bombeo}^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}; \left(Q_{Bombeo} \frac{m^3}{s}, D = \text{interior en m} \right)$$

Usaremos una C propia de las de hierro de (130), un diámetro interior de 105,8 mm (exterior de 118mm y nominal de 100 mm) para un caudal de $0,011 \frac{m^3}{s}$:

$$J = 10,7 \times 0,011^{1,85} \times 130^{-1,85} \times 0,1058^{-4,87} = 0,017$$

Por lo tanto, nuestra pérdida de carga en el bombeo quedará:

$$Hr_{bombeo} = 15 \times 0,017 = 0,26 \text{ m. c. a.}$$

La altura manométrica de la bomba será:

$$H_m = H_{entrada\ cabezal} + Hr_{bombeo} \pm \Delta Z = 45,67 + 0,26 + 15 = 60,93 \text{ m. c. a.}$$

La potencia que deberá suministrar la bomba se estimará mediante la ecuación:

$$P = \frac{Q \times H_m \times \gamma}{\eta}$$

Donde:

- Q = Caudal en $\frac{m^3}{s}$
- H_m = Altura manométrica en m
- γ = Peso específico del agua = $9.800 \frac{N}{m^3}$
- η = Rendimiento de la bomba = 0,75%

$$P = \frac{0,011 \times 60,93 \times 9.800}{0,75} = 8.757,67 \text{ W} = 11,74 \text{ CV}$$

Elegiremos para la instalación una electrobomba sumergible de la casa comercial “Bombas Prinze”, concretamente el modelo VS-46/7 que nos ofrece 12,5 CV cumpliendo con nuestra exigencia de caudal a la altura manométrica a la que se encontrará.

3.6 Diseño del cabezal de riego

El cabezal de riego incluye, a parte de la bomba, una serie de componentes sin los cuales no sería posible el correcto funcionamiento de la explotación. Estos, se encargan de filtrar, tratar, medir y suministrar el agua a presión para abastecer la red hidráulica. Se ubica junto al pozo, en una caseta, que en nuestro caso es prefabricada. El sistema de bombeo de agua se colocará en primer plano, seguido del sistema de filtrado y fertirrigación. También se incorpora en el cabezal un sistema de seguridad que permite detener los motores en caso de emergencia o incidencia por subidas (muy comunes en riego debido a obturación de filtros) o bajadas de presión (típicamente relacionadas con roturas en algún elemento conductor).

En nuestro caso, incorporaremos un contador tipo Woltman a la salida del proceso de filtración. Se usa en grandes volúmenes y funciona mediante el giro de un molinete helicoidal, el cual está relacionado con el caudal que circula.

Para el filtrado, se usará un filtro de malla, el cual retendrá las partículas inorgánicas en suspensión. Su funcionamiento se basa en varias mallas concéntricas que obstaculizan el paso de dichas sustancias. La capacidad de filtrado es variada, y dependerá del caudal del agua que atraviese la superficie filtrante.

En nuestro caso, seguiremos las especificaciones del fabricante, el cual recomienda para nuestros emisores filtros de malla de 200 micras. Elegiremos un filtro de malla autolimpiante de la marca “STF Filtros”, en concreto el modelo FMA-1002 con soporte de malla en acero inoxidable, que soporta caudales de hasta $50 \frac{m^3}{h}$, presiones de hasta 10 bares y tiene un grado de filtración de 200 micras el cual proporciona una superficie bruta filtrante de $0,10 \text{ m}^2$ y neta de $0,0711 \text{ m}^2$.

Se incluirá también un equipo de control, el cual se encargará de la programación de riego de los distintos sectores y subsectores, accionado de apertura de electroválvulas, conexión de sistema de fertilización etc.

En el anejo nº 7, **“Fertirrigación”**, se incluirán las especificaciones del sistema de fertirrigación, el cual también va incluido en el cabezal de riego.

Sistema Superintensivo

4. Diseño agronómico.

4.1 Cálculo de la ET_c

La ET_c será calculada igualmente mediante la metodología usada en el diseño del modelo intensivo

$$ET_c = ET_0 \times K_c \times K_r$$

$$K_r = 0,0226 \times S_s - 0,00012 \times S_s^2$$

Siendo S_s el porcentaje de sombreadamiento, cuyo valor estimaremos como la relación entre el ancho que forma el seto de olivos en la fila ($a = 1,5$ m) y el ancho entre fila de olivos (A), que para superintensivo se estipuló en 4 m:

$$S_s = \frac{a}{A} \times 100 = \frac{1,5}{4} \times 100 = 37,5\%$$

K_r será por tanto:

$$K_r = 0,0226 \times 37,5 - 0,00012 \times 37,5^2 = 0,68$$

Una vez disponemos de los valores de ET_0 , K_c y K_r , el valor de la ET_c ($\frac{mm}{día}$) puede ser hallado:

Tabla 7: Cálculo ET_c en sistema de riego superintensivo.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ET_0 ($\frac{mm}{día}$)	1,29	1,91	2,88	4,00	5,28	6,63	7,37	6,67	4,80	3,04	1,77	1,29
K_c	0,50	0,50	0,70	0,65	0,60	0,6	0,50	0,50	0,60	0,60	0,70	0,50
K_r	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
ET_c ($\frac{mm}{día}$)	0,44	0,65	1,37	1,77	2,15	2,70	2,51	2,27	1,96	1,24	0,84	0,44

3.2 Necesidades netas de riego (N_n)

Para el cálculo de las necesidades netas de riego ($\frac{mm}{día}$), nos basaremos en el mes más exigente (junio), asegurando así el correcto suministro en todos los meses. Su cálculo, se estimará con la ayuda del valor de la ET_c de dicho mes, ya que la precipitación efectiva se obviará puesto que su valor es prácticamente nulo en junio:

$$N_n = ET_c - P_e = ET_c = 2,70 \frac{mm}{día} = 2,70 \frac{L}{m^2 \times día}$$

De este modo, se aportará agua mediante riego aquellos meses en los que las precipitaciones no superen las demandas del cultivo.

Es necesario conocer la N_n por olivo y por hectárea:

$$N_n = 2,70 \frac{L}{m^2 \times \text{día}} \times \frac{(4 \times 1,5)m^2}{\text{árbol}} = 16,20 \frac{L}{\text{día} \times \text{árbol}}$$

$$N_n = 16,20 \frac{L}{\text{día} \times \text{árbol}} \times \frac{\frac{10.000m^2}{ha}}{\frac{6 m^2}{\text{árbol}}} = 26.989,2 \frac{L}{\text{día} \times ha} = 26,99 \frac{m^3}{\text{día} \times ha}$$

4.2 Necesidades totales de riego (N_t)

Las necesidades netas deben ser aumentadas debido a las pérdidas por salinidad, percolación y uniformidad de riego. Para ello, calcularemos las necesidades totales mediante la ecuación:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - K) \times CU}$$

Siendo:

- N_n = Necesidades neta de riego ($\frac{m^3}{\text{día} \times ha}$).
- CU = Coeficiente de uniformidad.
- K = Se usará el mayor valor entre:
 - K = 1-Ea
 - K = R_L

Donde:

- Ea = Eficiencia de aplicación.
- R_L = Requerimiento de lavado.

Requerimiento de lavado (R_L)

El requerimiento de lavado (R_L), vendrá determinado por la expresión:

$$R_L = \frac{CE_a \frac{dS}{m}}{2 \times \max CE_e \frac{dS}{m}} = \frac{0,94}{2 \times 14} = 0,034 \rightarrow 3,4\%$$

Los valores de conductividad eléctrica del agua de riego (CE_a) se obtuvieron del análisis del agua del pozo de la finca y los de la conductividad eléctrica del extracto de saturación para los que la pérdida es del 100% ($\max CE_e$) se consultaron en la tabla de Mass-Hoffman, recogida en el **punto 2.3** de este mismo anejo.

El valor de la eficiencia de aplicación (Ea), se consultó en la tabla 4 (Seller, 1978) del **punto 2.4** de este anejo, para clima árido. De esta forma, se observó que R_L (0,034) > 1- Ea (1-1=0). En cuanto al coeficiente de uniformidad, se diseñó para que fuera del 90%, por lo que el valor de N_t será:

$$N_t = \frac{26,99}{(1 - 0,034) \times 0,90} = 31,04 = \frac{m^3}{\text{día} \times ha} = 3,104 \frac{L}{\text{día} \times m^2}$$

Las necesidades netas por árbol ($N_{t,a}$), serán el resultado de relacionar la N_t y el marco de plantación:

$$N_{t,a} = N_t \times \text{Marco de plantación} = 3,104 \frac{L}{\text{día} \times m^2} \times 6 \frac{m^2}{\text{árbol}} = 18,624 \frac{L}{\text{día} \times \text{árbol}}$$

3.3 Número de emisores por árbol (N_e)

El número de emisores por árbol (N_e), está determinado por la relación entre la superficie mojada por planta (SM_p) y la superficie mojada por el emisor (SM_e):

$$N_e = \frac{SM_p}{SM_e}$$

Para conocer la SM_p , es necesario conocer la superficie sombreada por la planta (S_c), que será en nuestro caso la proyección del seto de 1,5 m de lado, así como el porcentaje de superficie mojada (P), que en un marco estrecho como el nuestro se estimará en el 70%:

$$SM_p = S_c \times P = (1,5 \times 1,5) \times 0,70 = 1,575 m^2$$

El emisor que se usará en el modelo superintensivo es el mismo que se escogió para el estudio del diseño hidráulico del intensivo (Uragota autocompensante), por lo que la SM_e será la misma ($SM_e = 1,227 m^2$)

Conocidos los valores de SM_p y SM_e podemos hallar el N_e :

$$N_e = \frac{1,575}{1,227} = 1,28 \frac{\text{emisores}}{\text{planta}}$$

Se dispondrá un emisor cada 1,25 m, quedando así en cada planta 1,20 emisores. Estos irán integrados en la tubería de polietileno de 16 mm de diámetro.

4.3 Tiempo de riego (T_r)

Al igual que en el diseño del modelo intensivo, se pretende regar todos los días, por lo que necesitamos conocer el tiempo de riego (T_r):

$$T_r = \frac{N_t \times I_r}{q_e \times N_e}$$

Donde:

- N_t = Necesidades totales ($\frac{L}{\text{día}}$)
- I_r = intervalo entre riegos (días)
- q_e = Caudal del emisor ($\frac{L}{h}$)
- N_e = Número de emisores por árbol.

$$T_r = \frac{18,624 \times 1}{1,2 \times 4} = 3,88 h$$

4.4 Caudal continuo ficticio

Como vimos, el caudal continuo ficticio disponible (C.C.F.D.), viene determinado por la ecuación:

$$C.C.F.D. = \frac{Q_{disponible}}{Superficie\ finca}$$

El agua de riego se abastecerá del mismo pozo que se usó en los cálculos del diseño intensivo y la finca es la misma, por lo que el dato del C.C.F.D será el mismo al calculado en el **punto 2.7** de este anejo ($C.C.F.D. = 0,95 \frac{L}{s \times ha}$)

El caudal continuo ficticio necesario (C.C.F.N) depende de las N_t del cultivo, por lo que debe ser calculado con el nuevo dato:

$$C.C.F.N. = \frac{N_t \times 10.000}{24 \times 3.600}$$

Siendo:

- C.C.F.N.= Caudal continuo ficticio necesario ($\frac{L}{s \times ha}$);
- N_t = necesidades totales de riego ($\frac{L}{día \times m^2}$)
- 10000 ($\frac{m^2}{ha}$)
- 24 ($\frac{h}{día}$)
- 3600 ($\frac{s}{h}$)

$$C.C.F.N. = \frac{3,104 \times 10.000}{24 \times 3.600} = 0,359 \frac{L}{s \times ha}$$

Como **C.C.F.D.** > **C.C.F.N.** se verifica el abastecimiento para en función a las N_t .

4.5 Sectores de riego

A continuación, se calcularán las divisiones posibles de la finca en sectores de riego:

1. Número máximo de sectores de riego:

$$N_{máx} = \frac{JER \times I_r}{T_r}$$

Para:

- JER = Jornada efectiva de trabajo ($\frac{h}{día}$).
- I_r = Intervalo entre riegos (día)-
- T_r = tiempo de riego (h)

$$N_{máx} = \frac{24 \times 1}{3,88} = 6,20 \text{ sectores de riego}$$

2. Número mínimo de sectores de riego:

$$N_{\min} = \frac{Q_{\text{necesario}}}{Q_{\text{disponible}}}$$

El caudal necesario ha de ser calculado mediante la expresión:

$$Q_{\text{necesario}} = \frac{S \times N_e \times q_e}{\text{Marco plantación} \times 3600}$$

Siendo:

- S = Superficie (m^2).
- N_e = Número de emisores por planta.
- q_e = Caudal del emisor ($\frac{L}{h}$).
- Marco de plantación (m^2).
- 3600 ($\frac{s}{h}$).

$$Q_{\text{necesario}} = \frac{209.900 \times 1 \times 4}{(1,5 \times 4) \times 3600} = 38,87 \frac{L}{s}$$

$$N_{\min} = \frac{38,87}{20} = 1,94 \text{ sectores de riego}$$

Según los datos obtenidos, decidimos realizar 4 sectores de riego, divididos a su vez en subsectores para poder dimensionar las tuberías con diámetros más estrechos y poder abaratar la instalación. Se optará por dividir los sectores en 3 subsectores, obteniéndose así un total de 4 sectores con 3 subsectores cada uno.

5 Diseño hidráulico

5.1 Criterio hidráulico

Se mantendrá el mismo emisor que en el diseño del modelo intensivo, y de igual forma se optará por un criterio que permita nuestro gotero más desfavorable no trabajar por debajo de 10 m.c.a.

$$dH_{adm} = P_{\max} - P_{\min} = 40 - 10 = 30 \text{ m. c. a.}$$

El criterio económico se mantendrá igualmente, por lo que al no variar ningún dato nuestras presiones admisibles serán:

1. Pérdidas de carga admisibles en el ramal ($HR_{adm \text{ ramal}}$).

$$HR_{adm \text{ lateral}} = 0,55 \times dH_{adm} = 16,50 \text{ m. c. a.}$$

2. Pérdida de carga admisible en el portlaterales ($HR_{adm \text{ portlaterales}}$).

$$HR_{adm \text{ portlaterales}} = 0,45 \times dH_{adm} = 13,50 \text{ m. c. a.}$$

De igual forma, se prevé que la pérdida de carga en los laterales de mayor longitud (1 y 7) la pérdida de carga sea mayor al 55% (en torno al 58%), pero como se aclaró en el estudio del

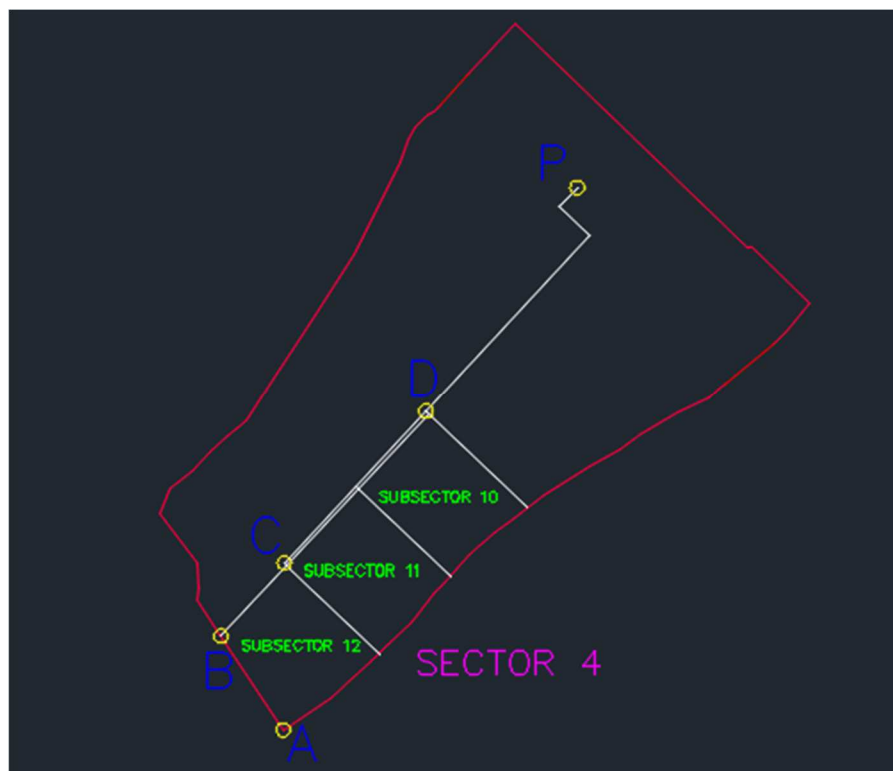
modelo intensivo esta se verá compensada con la pérdida del portallateral (muy inferiores al 43%)

5.2 Distribución de tuberías en el sector más desfavorable

El estudio se realizará para el gotero más desfavorecido, que en el plano nº 12 puede observarse que es el ubicado en el subsector 12, asegurándose de esta forma que el sistema cumple con el criterio hidráulico en toda la red.

A continuación, se muestra un croquis que ayudará a esclarecer los distintos puntos que se usarán en el estudio de la red hidráulica:

Figura 5: Croquis sector 4 riego superintensivo



5.2.1 Lateral portagoteros (Tramo B-A)

Como se observa en el croquis, el portagoteros es el mismo que el estudiado en el sistema intensivo, ya que el subsector 12 contiene el portaemisores más desfavorable. Como la longitud será la misma y usaremos el mismo modelo de emisor, espaciado igualmente a 1,25 m y con igual caudal, la pérdida de carga en el tramo B-A será la misma:

$$H_{r_{B-A}} = 144,32 \times 0,070 \times 0,368 = 3,72 \text{ m. c. a.}$$

Así como la carga en el punto B:

$$H_B = 10 + 3,72 + 2,21 = 15,93 \text{ m. c. a.}$$

5.2.2 Tubería portallaterales (C-B)

De igual forma, dimensionaremos la tubería del subsector 12, ya que se encuentra más alejado del cabezal de riego y presenta más desnivel.

Del, los portarramales que alimentan los sectores 2 y 4 (derecha del camino) se conectarán a las secundarias que están a la izquierda del camino soterrada, haciéndose la conexión mediante un pequeño tramo de 4 metros soterrado por debajo del camino de servicio.

- Longitud del portarramal: 112m, 108 sin contar los 4 m soterrados.

- Número de filas de olivos: $\frac{108\text{ m}}{4\text{ m entre filas}} = 27$ filas.

El caudal necesario en el subsector se estimará como el producto del número de emisores en la superficie correspondiente, por el caudal del emisor. No se usa un ramal como referencia y se multiplica por el número de ramales debido a la variedad de longitudes en los ramales que conforman los subsectores.

$$Q_{C-B} = \frac{\text{Superficie}}{\text{marco olivos}} \times N_e \times q_e = \frac{17.642\text{ m}^2}{6 \frac{\text{m}^2}{\text{olivo}}} \times 1,2 \text{ goteros} \times 4 \frac{l}{h} = 14.113,6 \frac{l}{h} = 3,92 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Calculamos el diámetro teórico en función a $v=1,5$ m/s:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{C-B}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3,92 \times 10^{-3}}{1,5 \times \pi}} = 0,05768\text{ m} = 57,68\text{ mm}$$

En los laterales, usaremos tuberías de PEAD, con presión máxima de 6 atmósferas que uniremos a la red secundaria con una electroválvula. Tras consultar la tabla 5, se elige para probar la de 75 mm de diámetro exterior ($D_i = 75 - 2 \times 4,5 = 66$ mm).

La pérdida de carga en el ramal estará determinada por:

$$Hr_{C-B} = L_f \times J \times F$$

Longitud ficticia (L_f)

$$L_f = L \times 1,10 = 112 \times 1,10 = 123,2\text{ m}$$

Ecuación de Blasius (J)

$$J = 0,473 \times Q_{C-B}^{1,75} \times D^{-4,75}; (Q_{C-B} \text{ en } \frac{L}{h} \text{ y } D = \text{interior en mm})$$

$$J = 0,473 \times 14.113,60^{1,75} \times 66^{-4,75} = 0,02$$

Factor de Christiansen (F)

$$F = \frac{1}{(1 + \beta)} + \frac{1}{(2 \times N_e)} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{(6 \times N_e^6)}$$

$$\left. \begin{array}{l} - L_0 = 1 \\ - \beta \text{ (PE)} = 1,75 \\ - N_r = 27 \end{array} \right\} F = 0,382$$

Por tanto, la pérdida de carga en la tubería portarramales será:

$$H_{r_{C-B}} = L_f \times J \times F = 123,2 \times 0,02 \times 0,382 = 0,94 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad en la tubería, se puede calcular sabiendo la sección de la misma y el caudal que circula por el:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{3,92 \times 10^{-3}}{\frac{0,066^2}{2} \times \pi} = 1,15 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

Ya que la pérdida de carga en el ramal es inferior a la que se estimó como admisible (**0,94 m.c.a.** < **13,50 m.c.a.**), la tubería será admitida como buena.

La carga al inicio del ramal (punto C) por tanto valdrá:

$$H_c = H_b + H_{Pr;C-B} \pm \Delta Z = 15,93 + 0,94 + 2,11 = 18,98 \text{ m. c. a.}$$

5.2.3 Red secundaria

En este apartado se realizarán los cálculos oportunos para el dimensionamiento de la red secundaria de tuberías. Contaremos con dos redes secundarias, una que partirá del inicio de los sectores 1 y 2, y otra que comenzará en el inicio de los sectores 3 y 4. Cada una de ellas tendrá que soportar un caudal similar, debido a la paridad de la superficie de los sectores, por lo que se dimensionará la más desfavorable, que es la que alimenta a los sectores 3 y 4.

Éstas se unirán a la red primaria, y de ella partirán los portarramales que alimenten cada subsector. Para la automatización del riego, se usarán electroválvulas.

El caudal que recorrerá la red secundaria será el de 2 de los 3 subsectores, ya que el primer subsector se inserta en la cabecera de la tubería secundaria.

- Longitud: 237 m

$$- Q_{D-C} = Q_{sub} = 14.113,60 \times 2 = 28.227,20 \frac{L}{h} = 7,840 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

Para el cálculo del diámetro de la tubería se usará una velocidad de $1,5 \frac{m}{s}$:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{D-C}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 7,840 \times 10^{-3}}{1,5 \times \pi}} = 0,08158 \text{ m} = 81,58 \text{ mm}$$

Para la red secundaria, usaremos PVC que irán soterradas. Probaremos con una tubería de diámetro exterior 90 mm y diámetro interior 84,60 mm, a 6 atmósferas, obtenidos dichos valores de la tabla 6.

Así, la pérdida de carga en la red secundaria quedaría:

$$Hr_{D-C} = L \times J$$

Ecuación de Veronese-Datei (J)

J se calculará mediante la ecuación de Veronese-Datei, ya que nuestra tubería será de PVC:

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times Q_{D-C}^{1,8} \times D^{-4,8}; (Q_{D-C} \text{ en } \frac{m^3}{s} \text{ y } D = \text{interior en m})$$

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times 7,840 \times 10^{-3 \times 1,8} \times 0,0846^{-4,8} = 0,021$$

En el tramo D-C, la pérdida de carga sería:

$$Hr_{D-C} = 237 \times 0,021 = 4,98 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad que experimentará el agua en la tubería secundaria se calculará según su sección y el caudal que circule:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{7,840 \times 10^{-3}}{\frac{0,0846^2}{2} \times \pi} = 1,40 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

Al inicio de la red, en el punto D, tendremos una presión de:

$$H_D = H_C + H_{Pr,D-C} \pm \Delta Z = 18,95 + 4,98 + 4,49 = 28,42 \text{ m. c. a.}$$

5.2.4 Red primaria

Como se comentó con anterioridad, el riego será sectorizado, de manera que en cada turno solo se regará uno de los sectores. Por ello, el caudal que circulará por la red primaria será el de abastecimiento de un sector.

La red primaria se conectará con el pozo, por lo que se dimensionará desde el pozo (punto P) hasta el inicio del último sector (punto D)

- L: 351m.

$$- Q_{P-D} = Q_{sec} = 42.340,80 \frac{L}{h} = 0,012 \frac{m^3}{s}$$

Para el dimensionamiento de la tubería, se impondrá como velocidad máxima $1,5 \frac{m}{s}$:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{P-D}}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,012}{1,5 \times \pi}} = 0,09991 \text{ m} = 99,91 \text{ mm}$$

Para la red primaria, usaremos tuberías de PVC a 6 atmósferas, soterradas. Probaremos con un diámetro exterior de 110 mm e interior de 103,6 mm. Dichos datos se sacaron de la tabla 6 de este mismo anejo.

Para conocer la pérdida de carga en la red primaria recurriremos a la expresión:

$$Hr_{P-D} = L \times J$$

Ecuación de Veronese-Datei (J)

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times Q_{P-D}^{1,8} \times D^{-4,8}; (Q_{P-D} \text{ en } \frac{m^3}{s} \text{ y } D = \text{interior en m})$$

$$J = 9,2 \times 10^{-4} \times 0,012^{1,8} \times 0,1036^{-4,8} = 0,017$$

El valor de la pérdida de carga entre el pozo y el punto D será por consiguiente:

$$Hr_{P-D} = 351 \times 0,017 = 5,78 \text{ m. c. a.}$$

La velocidad que circulara por la red primaria, dependerá del Q_{P-D} ($\frac{m^3}{s}$) y de la sección de la tubería (S):

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,1036}{2}\right)^2 = 8,43 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,012}{8,43 \times 10^{-3}} = 1,42 \frac{m}{s} < 1,5 \frac{m}{s}$$

Conocido el valor de la pérdida de carga, pasaremos al cálculo de la presión a la salida del cabezal de riego en el pozo:

$$H_{\text{salida cabezal}} = H_D + Hr_{P-D} + 10\%H_D \pm \Delta Z$$

Siendo:

- H_D = Presión necesaria a la entrada de la electroválvula = 28,42 m.c.a.
- Hr_{P-D} = Pérdida de carga desde el equipo de filtrado hasta la entrada del hidrante = 5,78 m.c.a.
- $10\%Hr_{P-D}$ = Pérdidas localizadas en la red de distribución = 0,578 m.
- ΔZ = Diferencia de cota a la salida del equipo de filtrado = 6,09 m.

$$H_{\text{salida cabezal}} = 28,42 + 5,78 + 0,578 + 6,07 = 40,85 \text{ m. c. a.}$$

Por último, para el cálculo de la carga a la entrada del cabezal de riego es necesario conocer la pérdida derivada del sistema de filtrado y el tanque de fertirrigación. Más adelante (**Punto 5.4** de este mismo anejo), se detallan las especificaciones del filtro de malla que va insertado en el cabezal de riego.

$$H_{\text{entrada cabezal}} = H_{\text{salida cabezal}} + H_{\text{filtro}} + H_{\text{tanque}} = 40,85 + 3 + 3 = 46,85 \text{ m. c. a.}$$

5.3 Dimensionamiento de la bomba

Como ya se comentó, el pozo tiene una profundidad de 18 m aproximados, situándose el nivel estático del mismo a los 9 metros y el nivel dinámico a 14 m. La bomba se instalará a 15 m, quedando de esta forma por debajo del nivel dinámico. Para conocer la pérdida de presión derivada del bombeo del agua hasta el nivel del cabezal recurriremos a la ecuación:

$$Hr_{bombeo} = L \times J$$

Ecuación de Hazen-Williams (J)

$$J = 10,7 \times Q_{bombeo}^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}; (Q_{Bombeo} \frac{m^3}{s}, D = \text{interior en m})$$

Usaremos una C propia de las de hierro de (130), un diámetro interior de 105,8 mm (exterior de 118mm y nominal de 100 mm) para un caudal de $0,012 \frac{m^3}{s}$:

$$J = 10,7 \times 0,012^{1,85} \times 130^{-1,85} \times 0,1058^{-4,87} = 0,021$$

Por lo tanto, en el bombeo se genera una pérdida de:

$$Hr_{bombeo} = 15 \times 0,021 = 0,310 \text{ m. c. a.}$$

La altura manométrica de la bomba será:

$$H_m = H_{entrada \text{ cabezal}} + Hr_{bombeo} \pm \Delta Z = 46,85 + 0,310 + 15 = 62,16 \text{ m. c. a.}$$

La potencia que deberá suministrar la bomba se estimará mediante la ecuación:

$$P = \frac{Q \times H_m \times \gamma}{\eta}$$

Donde:

- Q = Caudal en m^3/s
- H_m = Altura manométrica en m
- γ = Peso específico del agua = $9.800 \frac{N}{m^3}$
- η = Rendimiento de la bomba = 0,75%

$$P = \frac{0,012 \times 62,16 \times 9.800}{0,75} = 9.746,69 \text{ W} = 13,07 \text{ CV}$$

Elegiremos para la instalación una electrobomba sumergible de la casa comercial “Bombas Prinze”, concretamente el modelo VS-46/8 que nos ofrece 15 CV cumpliendo con nuestra exigencia de caudal a la altura manométrica a la que se encontrará.

5.5 Diseño del cabezal de riego

Como ya vimos en el estudio del sistema de riego intensivo, en el cabezal de riego se incluirán los sistemas de filtrado a malla, fertirrigación y automatización, todo protegido de las inclemencias con ayuda de una caseta prefabricada. También se dispondrá un contador tipo Woltman a la salida del proceso de filtración.

Para el filtrado, se usará el mismo filtro de malla pensado para el modelo intensivo, filtro de malla autolimpiante de la marca “*STF Filtros*”, en concreto el modelo FMA-1002 con soporte de malla en acero inoxidable, siguiendo las recomendaciones del fabricante de los goteros.

Anejo 7: Fertirrigación

Índice

1. Introducción.....	143
1.2 Ventajas e inconvenientes.....	143
2. Instalación	143
2.1 Depósitos	144
2.2 Sistema de Inyección	144
3 Cálculo de la dosis anual de abonado	144
3.1 Determinación de la dosis de abonado	144
3.2 Cantidad de nutrientes a aportar	149
3.3 Elección de los fertilizantes	149
4 Plan de abonado	150

1. Introducción

La fertirrigación es la técnica de fertilización basada en la aplicación de nutrientes disueltos en el agua de riego. De este modo, podemos aprovechar nuestro sistema de riego localizado como medio para dosificar el abono con ayuda de un sistema de contenedores, bombas e inyectores.

La popularización de los sistemas de Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF), los cuales permiten optimizar el riego, ha derivado en un aumento en el uso de dicho sistema de fertilización, pero aún queda una gran tarea de asesoramiento o extensionismo que permita aprovechar al máximo esta metodología, la cual exige tener conocimientos sobre los productos aplicables, el estado nutritivo de la planta y las características físico-químicas del suelo y agua de riego.

1.2 Ventajas e inconvenientes

Entre las numerosas ventajas que presenta la fertirrigación, cabe desatacar:

- Aumento en la frecuencia de aplicaciones, con distintas dosis y objetivos según el estado nutritivo de la planta en las distintas etapas de crecimiento y estado fenológico, sin suponer un sobrecargo por empleo de mano de obra.
- Aplicación localizada en la zona activa de la rizosfera, pues el riego localizado promueve la mayor actividad de las raíces en el bulbo húmedo.
- Mayor disponibilidad de los nutrientes, pues se aplican disueltos en el agua de riego y se concentran en el bulbo, zona con alto nivel de humedad, lo que permite una mayor rapidez en su asimilación.

Pero no todo son ventajas, pues también hay algunos inconvenientes a recalcar:

- Mayor desembolso económico inicial.
- Necesidad de adquisición de conocimientos que capaciten al agricultor en la materia.
- Exige mayor atención en la limpieza y mantenimiento del sistema de riego, pues algunos abonos mezclados, si no son compatibles o no están bien disueltos, pueden precipitar provocando obstrucciones.
- Se pueden provocar episodios de salinidad en el suelo
- Posibilidad de precio mayor de la unidad fertilizante, debido a la necesidad de características específicas de solubilidad y pureza.

2. Instalación

Para implantar el sistema, será necesario hacer acopio de algunos elementos que posibiliten su aplicación. Como ya se comentó, esto supone un gasto inicial adicional, en relación con la implantación de una explotación con abonado convencional, pero como se podrá ver, las ventajas que suponen compensan el sobrecosto.

2.1 Depósitos

Se dispondrá de dos tanques o depósitos de poliéster bien anclados al suelo, lo que permitirá que no se provoquen movimientos cuando éstos estén vacíos. Tendrán un volumen de 1000 y 500 L respectivamente, e irán destinados uno a la contención de macronutrientes y el otro al almacenamiento del ácido de limpieza necesario para prevenir y/o disolver las posibles precipitaciones en el sistema de riego, y de ser necesario micronutrientes. Su instalación se realizará junto al cabezal de riego

2.2 Sistema de Inyección

Para la incorporación de la solución nutritiva en la red de riego se utilizará un dosificador de abonos eléctrico, cuyo funcionamiento se basa en la actuación de un motor eléctrico que acciona una bomba de succión, que en nuestro caso será de pistón. Con ellas, se puede variar el caudal y son adecuadas para la automatización, además de resistentes, pues se fabrican en materiales anticorrosivos.

En cuanto a la elección para nuestro proyecto, se optará por una bomba de pistón cerámico de la casa ITC, concretamente la Dostec-40P código 60-AP44-P49__M, con un caudal de hasta $200 \frac{L}{h}$ y 0,37 Kw de potencia.

3 Cálculo de la dosis anual de abonado

Para el cálculo de una correcta dosis de abono en una explotación olivarera, debemos partir del conocimiento del consumo nutritivo anual y de la eficiencia en la aplicación de fertilizantes.

Se define como necesidad nutritiva a la cantidad de elementos que la planta consume en un ciclo vegetativo, y que han de ser repuestos en pos de no crear desajustes nutritivos. Para su estimación, se tendrá en cuenta la cosecha prevista, el desarrollo vegetativo y el crecimiento de órganos viejos.

De esta forma contabilizaremos los requerimientos anuales del árbol necesarios para crecer y dar una buena cosecha, pero considerando las reservas de nutrientes que suponen los órganos viejos (hojas, ramas, raíces y tronco).

En cuanto a la eficiencia en la utilización de los fertilizantes, se define como la proporción de un elemento aprovechado tras la aplicación de una dosis específica en un cultivo. Se expresa como:

$$Eficiencia (\%) = \frac{Nutriente\ absorbido\ (kg)}{Nutriente\ aplicado\ (kg)} \times 100$$

3.1 Determinación de la dosis de abonado

En un principio, para el cálculo de la dosis anual de abonado, partiremos de la premisa de que estamos en una plantación adulta, en plena producción, y consideraremos el volumen de copa, la densidad de plantación y la producción esperada. Comenzaremos con la relación de

macronutrientes (N,P,K) a aportar con vistas a una producción óptima sin provocar desajustes en el suelo y considerándose la eficiencia en la utilización de los fertilizantes. Así, las aportaciones anuales por cada 1000 kg de capacidad productiva en el olivar serán:

Tabla 1: Aportaciones nutricionales anuales

Nutriente	$\frac{kg}{t cosecha}$
N	15
P₂O₅	4
K₂O	15
MgO	3
CaO	20

Fuente: (Pastor, 2005)

A dichos valores, se les debe aplicar una serie de correcciones asociadas a las propiedades físico-químicas del suelo y el estado nutritivo de la plantación.

En relación con el suelo, se hacen dichos ajustes porque la cantidad de arcillas puede repercutir en la cantidad de N (lixiviación) y K (adsorción) y el contenido en carbonato cálcico puede hacerlo en el P (bloqueo).

Figura 1: Corrección del aporte nutricional anual en función de las características del suelo.

	Aportaciones (Kg de nutriente /t)		
	Contenido de arcilla del suelo (%)		
	Menor que 10%	20%	Mayor que 40%
N	17	15	13
K ₂ O	20	15	20

	Aportaciones (Kg de nutriente /t)	
	Contenido de carbonato cálcico del suelo (%)	
	Menor que 20%	Mayor que 40%
P ₂ O ₅	4	6

Fuente: (Pastor, 2005).

Figura 2: Factores de corrección en el aporte anual de nutrientes en función del estado nutritivo de la plantación.

Estado nutritivo de la plantación	Factor de corrección (fc)
Deficiente	x 1,2
Bajo	x 1,1
Adecuado	x 1,0
Alto	x 0,9

Fuente: (Pastor, 2005).

En nuestro caso, se tomará en consideración la corrección apuntada en función a las características del suelo, dejando a un lado los factores de corrección asociados al estado nutricional de la planta pues partiremos de la base de que nuestro olivar se encuentra en niveles óptimos, debido a su nueva implantación, y ya en los años venideros se deberán realizar análisis foliares que permitan conocer el estado de la planta con el transcurso del tiempo.

Como se comentó, la fertirrigación estará condicionada por la capacidad productiva del olivar, por lo que necesitamos estimar cual será la nuestra. Para el cálculo de la productividad, nos basaremos en la siguiente expresión:

$$P = S \times i$$

Siendo:

- P = Producción de aceituna ($\frac{kg}{ha}$)
- I = Índice de producción = $0,80 \frac{kg \text{ aceituna}}{m^2 \text{ superficie de copa}}$ para olivar adulto medio.
- S = Superficie exterior iluminada ($\frac{m^2}{olivo}$)

En olivares jóvenes, con volumen medio de copa inferior a $4000 \frac{m^3}{ha}$, el índice de producción se aumenta hasta 1,30.

El cálculo de la superficie exterior iluminada se relaciona con las dimensiones del olivo, concretamente la altura media (H), el diámetro (D), así como la densidad de plantación (N):

$$S = \pi \times D \times H \times N$$

De esta forma, la producción en nuestros sistemas estudiados quedará:

Producción en olivar intensivo:

- D = 4 m

- H = 3,5 m

- N = $250 \frac{olivos}{ha}$

$$P = S \times i = (\pi \times 4 \times 3,5 \times 250) \times 0,8 = 8.796,50 \frac{kg}{ha} \approx 8.800 \frac{kg}{ha}$$

Producción en olivar superintensivo:

Debido a la formación en seto que caracteriza al olivar superintensivo, optaremos por utilizar datos medios de productividad de la variedad elegida, Arbequina, en lugar de calcularla por la fórmula anteriormente utilizada. Esta matización se debe a que la incidencia de la radiación en el seto no es igual a la que recibe la superficie del dosel exterior del olivo formado en vaso, la cual tiene una forma más esférica y no queda solapada por la copa del árbol aledaño en la fila. A ello se suma que la productividad del olivo en superintensivo tiene tendencia a oscilar bruscamente entre los 3 y 6 años desde la plantación, debido a problemas de sombreamiento y baja aireación en la copa derivados de la dificultad de la poda.

En nuestro proyecto, se contemplará una productividad de $11.500 \frac{kg}{ha}$, producción media verificada en experiencias realizadas por Olint (Agromillora), empresa viverística dedicada a la producción y comercialización de plántones de frutales y olivo, para Arbequina AS-1.

Conocidas las producciones de ambos sistemas, pasaremos al cálculo de las aportaciones de nutrientes anuales, corrigiendo éstas en función de los resultados del análisis del suelo que fue objeto de estudio del anejo nº 2, “**Estudio edafológico**”, que arrojaban un contenido del 40% en arcillas y del 5,1% en carbonatos:

Tabla 2: Aporte anual de nutrientes según capacidad productiva.

Sistema intensivo			Sistema superintensivo		
Nutriente	$\frac{kg}{t}$	$\frac{kg}{ha}$	Nutriente	$\frac{kg}{t}$	$\frac{kg}{ha}$
N	13	114,4	N	13	149,5
P_2O_5	4	35,2	P_2O_5	4	46
K_2O	20	176	K_2O	20	230
MgO	3	26,4	MgO	3	34,5
CaO	0*	0*	CaO	0	0

*Se prescinde de aportar CaO debido a que el análisis de nuestro suelo revela elevadas concentraciones de calcio.

Aportes de nutrientes con el agua de riego

Nuestra agua de riego contiene nutrientes disueltos que deben ser evaluados a la hora de planificar las necesidades de fertilizantes. Para su cálculo recurriremos, como recomienda Miguel Pastor Muñoz-Cobos en su libro “*Cultivo del olivo con riego localizado*”, a la siguiente expresión:

$$\frac{kg}{ha} \text{ Nutriente} = \frac{[Nutriente] \times Vol. riego \times Ctr \times Ef}{100.000}$$

Siendo:

- $[Nutriente]$ = Concentración del nutriente en el agua de riego en $\frac{mg}{L}$
- $Vol. riego$ = Volumen de riego para el periodo considerado (Abril-mediados de octubre; 195 días) en $\frac{m^3}{ha \times día}$
- Ctr = Coeficiente de transformación (Nitrato = 22,6; MgO = 166,6; K_2O = 182).
- Ef = factor que depende de la eficiencia del riego y teniendo en cuenta, además, cuando proceda, las posibles precipitaciones o lixiviaciones de los distintos elementos. Los valores a aplicar dependen del elemento estudiado.

Por tanto, los aportes de nutrientes en relación con el agua de riego en ambos sistemas serán:

Nitrógeno aportado anualmente con el agua de riego:

$$-[NO_3^-] = 7 \frac{mg}{L}$$

$$- Vol. riego = 4.258,34 \frac{m^3}{ha} \text{ (intensivo) y } 4.903,73 \frac{m^3}{ha} \text{ (superintensivo).}$$

$$- Ctr = 22,60$$

$$- Ef = 0,90$$

Intensivo:

$$\frac{kg}{ha} N = \frac{7 \times 4.258,34 \times 22,60 \times 0,90}{100.000} = 6,06$$

Superintensivo:

$$\frac{kg}{ha} N = \frac{7 \times 4.903,73 \times 22,60 \times 0,90}{100.000} = 6,98$$

Magnesio aportado anualmente con el agua de riego:

$$-[Mg^{2+}] = 22 \frac{mg}{L}$$

$$- Vol. riego = 4.258,34 \frac{m^3}{ha} \text{ (intensivo) y } 4.903,73 \frac{m^3}{ha} \text{ (superintensivo).}$$

$$- Ctr = 116,60$$

$$- Ef = 0,60$$

Intensivo:

$$\frac{kg}{ha} MgO = \frac{22 \times 4.258,34 \times 116,60 \times 0,60}{100.000} = 65,54$$

Superintensivo:

$$\frac{kg}{ha} MgO = \frac{22 \times 4.903,73 \times 116,60 \times 0,60}{100.000} = 75,47$$

Potasio aportado anualmente con el agua de riego:

$$-[K^+] = 3 \frac{mg}{L}$$

$$- Vol. riego = 4.258,34 \frac{m^3}{ha} \text{ (intensivo) y } 4.903,73 \frac{m^3}{ha} \text{ (superintensivo)..}$$

$$- Ctr = 182$$

$$- Ef = 0,80$$

Intensivo:

$$\frac{kg}{ha} K_2O = \frac{3 \times 4.258,34 \times 182 \times 0,80}{100.000} = 18,60$$

Superintensivo:

$$\frac{kg}{ha} K_2O = \frac{3 \times 4.903,73 \times 182 \times 0,80}{100.000} = 21,42$$

3.2 Cantidad de nutrientes a aportar

Una vez estimados los aportes de nutrientes con el agua de riego, y conociendo las necesidades en función de la producción prevista y tipo de suelo, podemos calcular la cantidad de nutrientes a proporcionar a la plantación ($\frac{kg}{ha \times año}$). En el caso del N, no se han tenido en cuenta otros aportes (N procedente de la mineralización de la M.O. o liberación por aportes de estiércol).

Tabla 3: Aporte de nutrientes ($\frac{kg}{ha \times año}$) en función a las extracciones y aporte de nutrientes por el agua de riego

Modelo intensivo				Modelo superintensivo			
Nutrientes	Extracciones	Aportes en agua de riego	Cantidad a aportar	Nutrientes	Extracciones	Aportes en agua de riego	Cantidad a aportar
N	114,40	6,06	108,34	N	149,50	6,98	142,52
P ₂ O ₅	35,20	-	35,20	P ₂ O ₅	46,00	-	46,00
K ₂ O	176,00	18,60	157,40	K ₂ O	230,00	21,42	208,58
MgO	26,40	65,54	-	MgO	34,50	75,47	-

3.3 Elección de los fertilizantes

Como se comentó a la hora de describir la fertirrigación, los fertilizantes propios de este sistema deben presentar una serie de características para poder garantizar un correcto funcionamiento:

- Solubilidad adecuada en el agua de riego a la temperatura usual de trabajo.
- Reacción ácida, que reduzca la posibilidad de producir la obturación de los goteros y mejorar la absorción de los nutrientes.
- Composición y densidad conocida, sobre todo en formulaciones líquidas permitiendo así dosificar adecuadamente según el programa previsto.

- Poseer bajo riesgo de salinización.
- Compatibilidad química con el agua de riego, para evitar que se produzcan obturaciones de filtros y emisores.
- No causar fitotoxicidad en el cultivo.

Se inyectarán fertilizantes N-P-K, en forma de preparados comerciales. El nitrógeno se aportará en forma de nitrato amónico y urea (con riqueza en N de 33,5 % y 46% respectivamente), el fósforo como ácido fosfórico (con riqueza en P_2O_5 del 54%) y el potasio como sulfato potásico cristalino (con riqueza en K_2O del 51%).

Conocidos los requerimientos nutricionales y los abonos a emplear, así como su riqueza en nutrientes, podemos calcular la cantidad de abono que se precisará. En el caso del N, se aplicará Urea durante el periodo abril-junio (53% del N total a aportar) y nitrato amónico entre julio-octubre: (47% del N total a aportar):

Tabla 4: Aporte de fertilizantes ($\frac{kg}{ha \times año}$) en función a los requerimientos nutricionales.

Modelo intensivo				Modelo superintensivo			
Nutrientes	Cantidad a aportar	Fertilizantes	Cantidad a aportar	Nutrientes	Cantidad a aportar	Fertilizantes	Cantidad a aportar
N	108,34	Urea	124,83	N	142,52	Urea	164,21
		NH ₄ NO ₃	151,55			NH ₄ NO ₃	199,36
P_2O_5	35,20	H ₃ PO ₄	65,19	P_2O_5	46,00	H ₃ PO ₄	85,19
K_2O	157,40	K ₂ SO ₄	308,63	K_2O	208,58	K ₂ SO ₄	408,98

4 Plan de abonado

Las cantidades de nutriente anteriormente estimadas son para un año medio, por hectárea, y en árboles adultos y en plena producción. En los árboles jóvenes, y hasta plena producción, se puede considerar un aumento anual, y lineal con el desarrollo del árbol, durante 7-10 años en el modelo intensivo, y 4-5 años en el superintensivo.

Durante la campaña, los aportes nutricionales que tenemos que realizar vendrán determinados por la fenología:

- Abril: Brotación y yemas florales.
- Mayo: Floración.
- Junio: Cuajado del fruto.
- Junio-Julio: Crecimiento inicial del fruto.
- Julio: Endurecimiento del hueso, ralentización del crecimiento.
- Agosto: Crecimiento posterior del fruto.
- Septiembre: Envero, bajada de nitrógeno y potasio alto.

A continuación, se recoge en la tabla la distribución porcentual de absorción de nutrientes para el cultivo del olivo en los distintos meses del año:

Tabla 5: Distribución porcentual de absorción de nutrientes a lo largo del año.

Elemento	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
N	9	22	22	21	11	10	5	100
P₂O₅	7,5	17	17	17	17	17	7,5	100
K₂O	4	10	10	21	22	22	11	100

Fuente: (Pastor, 2005)

Así, los $\frac{kg}{ha}$ de fertilizante, y nutrientes, a aportar en nuestra explotación, distribuidos mensualmente, quedarán:

Tabla 6: Plan de abonado en $\frac{kg}{ha \times mes}$ para modelo intensivo.

Modelo intensivo							
Mes	Necesidades mensuales de nutrientes			Aportes de fertilizantes			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ NO ₃	Urea	H ₃ PO ₄	K ₂ SO ₄
Abril	9,75	2,64	6,30	-	21,20	4,89	12,35
Mayo	23,83	5,98	15,74	-	51,81	11,08	30,86
Junio	23,83	5,98	15,74	-	51,81	11,08	30,86
Julio	22,75	5,98	33,05	67,71	-	11,08	64,81
Agosto	11,92	5,98	34,63	35,47	-	11,08	67,90
Septiembre	10,83	5,98	34,63	32,24	-	11,08	67,90
Octubre	5,42	2,64	17,31	16,12	-	4,89	33,95
Total	108,34	35,20	157,40	151,55	124,83	65,19	308,63

Tabla 7: Plan de abonado en $\frac{kg}{ha \times mes}$ para modelo superintensivo.

Modelo superintensivo							
Mes	Necesidades mensuales de nutrientes			Aportes de fertilizantes			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ NO ₃	Urea	H ₃ PO ₄	K ₂ SO ₄
Abril	12,83	3,45	8,34	-	27,88	6,39	16,36
Mayo	31,35	7,82	20,86	-	68,16	14,48	40,90
Junio	31,35	7,82	20,86	-	68,16	14,48	40,90
Julio	29,93	7,82	43,80	89,08	-	14,48	85,89
Agosto	15,68	7,82	45,89	46,66	-	14,48	89,98
Septiembre	14,25	7,82	45,89	42,42	-	14,48	89,98
Octubre	7,13	3,45	22,94	21,21	-	6,39	44,99
Total	142,52	46,00	208,58	199,36	164,21	85,19	408,98

Con periodicidad semanal-decenal, se prepararán soluciones nutritivas “madres” concentradas, que guarden las proporciones entre abonos que corresponderían a las cantidades totales indicadas en las tablas 6 y 7. Las composiciones e estas soluciones madres variarán mensualmente conforme lo hagan las necesidades de abonaos que indicadas en dichas tablas. Obviamente, éstas soluciones madres también variarán con la edad de los árboles.

Anejo 8: Maquinaria

Índice

1. Introducción.....	157
2 Maquinaria disponible en la explotación.....	157
Sistema Intensivo	158
3 Maquinaria necesaria.....	158
3.1 Horas de tracción de cada apero y jornadas de trabajo.....	158
3.2 Maquinaria a comprar	159
3.3 Maquinaria a alquilar.....	160
4 Coste de utilización de maquinaria	160
Sistema Superintensivo	166
5 Maquinaria necesaria.....	166
5.1 Horas de tracción de cada apero y jornadas de trabajo.....	166
5.2 Maquinaria a comprar	167
5.3 Maquinaria a alquilar.....	167
6. Coste de utilización de maquinaria	167
7. Conclusiones	172

1. Introducción

La incorporación de tecnología que ayude a mecanizar las tareas propias de la explotación supone una inversión económica, a cambio de una disminución en la mano de obra, tiempo empleado y una mayor rentabilidad.

En la mecanización de una explotación olivarera, entran en juego factores estructurales, agronómicos, técnicos, económicos y legales:

- Los factores estructurales integran la orografía, el clima, tipo de suelo, tamaño de la explotación, los accesos y comunicaciones.
- Los factores agronómicos se relacionan con el marco y densidad de plantación, así como tipo de árbol (variedad, estructura, estado de desarrollo, etc.).
- Los factores económicos determinan el poder adquisitivo del propietario, así como la viabilidad de las adquisiciones o en su defecto el alquiler de las máquinas y servicios, y la rentabilidad del proyecto.
- Los factores técnicos involucran la tecnología disponible.
- Los factores legales hacen referencia a las técnicas de cultivo permitidas, así como la maquinaria puesta en juego.

En los siguientes puntos, vamos a recopilar la maquinaria existente en la explotación, así como estudiar los dos sistemas propuestos, viendo la maquinaria necesaria para su implantación y valorando su compra o alquiler.

2 Maquinaria disponible en la explotación.

A continuación, se encuentran recogidas en una lista toda la maquinaria disponible en la finca, todo ello comprado con anterioridad y ya amortizado:

- Tractor John Deere 6920, con 150 CV, tracción 4WD. Precio de adquisición: 37.000 €.
- Remolque de la marca Aguas Tenias, basculante de 2 ejes. Capacidad de 10.000 kg. Dimensiones 4,90 x 2,40 m. Precio de adquisición: 7.700 €.
- Atomizador 2000 L de la marca Caffini modelo Trend, Precio de adquisición: 9.000 €.
- Cultivador de la marca Noli modelo VCG, de 5,60 metros de ancho de trabajo, abatible hidráulicamente por dos pistones. Valor de adquisición de 3.000 €.
- Pulverizador hidráulico suspendido con cuba de 800 L de la marca Prosanzcu, con barra de accionamiento hidráulico de 6 m. Valor de adquisición: 4.500 €.

Sistema Intensivo

3 Maquinaria necesaria

- Dos tractores. Uno para realizar las labores convencionales de la explotación (aplicaciones fitosanitarias, manejo de suelo... etc.) y uno como refuerzo para la campaña de recolección, donde necesitaremos otro que cargue la aceituna en el remolque (con ayuda de una pala), ya que el de la explotación se usará como tracción al vibrador de troncos.
- Atomizador de 2000 L para aplicaciones aéreas.
- Pulverizador hidráulico con cuba de 800 L con barra para aplicaciones herbicidas.
- Desbrozadora-trituradora de restos de poda, hierba y rastrojo.
- Cultivador para labores de acondicionamiento de tierra.
- Vibrador de tronco con paraguas invertido.

3.1 Horas de tracción de cada apero y jornadas de trabajo

Para decidir la compra o alquiler de cierta maquinaria sobre la que se tiene duda de cuál es la mejor opción, así como para saber el uso que se hará de cada apero, se recurrirá al cálculo de horas de tracción de cada apero y jornadas de trabajo. De esta forma, comparando el uso que se le dará y el precio de adquisición/alquiler, podremos valorar qué decisiones tomar en nuestra explotación, en cuanto a compra o alquiler. Para su estimación, calcularemos el tiempo específico de ejecución (t_e) y lo multiplicaremos por la superficie del cultivo. Para ello necesitaremos saber la superficie teórica (S_t) y la superficie real (S_r):

$$\left. \begin{aligned} - S_t \left(\frac{ha}{h} \right) &= \frac{a \times V}{10} \\ - S_r \left(\frac{ha}{h} \right) &= \frac{a \times V}{10} \times \eta \\ - t_e \left(\frac{h}{ha} \right) &= \frac{1}{S_r} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &- a = \text{Anchura de trabajo en m.} \\ &- V = \text{Velocidad en } \frac{km}{h} \\ &- \eta = \text{Rendimiento del apero} \end{aligned}$$

$J_t \left(\frac{h}{ha} \right) = \frac{\text{Horas de tracción}}{\text{Horas de un jornal de trabajo}}$; Número de jornadas en la que será necesario usar la máquina.

Así, para nuestro sistema intensivo, las necesidades de cada maquinaria serán:

Tabla 1: Horas de tracción y jornadas de trabajo de la maquinaria, por labor, en modelo intensivo.

	a (m)	v ($\frac{km}{h}$)	$S_t (\frac{ha}{h})$	Rto.	$S_r (\frac{ha}{h})$	$t_e (\frac{h}{ha})$	S (ha)	Horas de tracción	Jornadas de trabajo
Atomizador	7,00	7,00	4,90	0,70	3,43	0,29	20,99	6,12	0,94
Pulverizador hidráulico	6,00	7,00	4,20	0,70	2,94	0,34	20,99	7,14	1,10
Cultivador	5,60	8,00	4,48	0,70	3,14	0,32	20,99	6,69	1,03
Desbrozador-triturador	2,20	4,00	0,88	0,70	0,62	1,62	20,99	34,07	5,24

- Vibrador de tronco con paraguas invertido:

Como superficie teórica, se estipula que en un tiempo de 10 s el vibrador realiza un trabajo efectivo sin dañar el olivo. Además, hay que incluir en este tiempo la apertura y acople del paraguas que lleva incluido, así como el cierre, que se estima en otros 10 s, sin olvidar las maniobras de pasar de olivo a olivo, que son de unos 30 s. Por tanto, tardaríamos en cosechar un olivo unos 50 segundos, alcanzándose 72 olivos recogidos en una hora, y sabiendo que en el modelo intensivo se insertan $250 \frac{olivos}{ha}$, la superficie teórica de $0,288 \frac{ha}{h}$.

$$- S_r = S_t \times \eta = 0,288 \times 0,7 = 0,202 \frac{ha}{h}$$

$$- t_e = \frac{1}{S_r} = \frac{1}{0,202} = 4,95 \frac{h}{ha}$$

$$- \text{Horas de tracción} = t_e \times S = 103,90 h$$

$$- J_t = \frac{\text{Horas de tracción}}{\text{Horas de un jornal de trabajo}} = \frac{103,90}{6,5} = 15,98 \text{ jornales de trabajo.}$$

3.2 Maquinaria a comprar

Finalmente, tras la estimación de las horas de tracción y uso de la maquinaria se decide optar por estudiar la compra de:

- **Desbrozador-triturador:**

Se opta por maquinaria de la marca Picursa, concretamente por la trituradora de tractor modelo “extra desplazable”, con un ancho de trabajo útil de 2,20 m y ancho total de 2,44 m. Está provista de 24 martillos y 5 correas, se acciona con la toma de fuerza del tractor y requiere de 110-125 CV

- Coste de adquisición: 6.000 €
- Vida útil: 10 años.

- Vibrador de tronco con paraguas invertido:

La marca elegida es Martín-Bohórquez, y se trata de un vibrador de tronco frontal articulado, dotado de un paraguas invertido que se acopla alrededor del árbol y tras sacudirlo por un tiempo de unos 10 s produce un derribo de frutos en arbequina que ronda el 90 %.

- Coste de adquisición: 38.000 €
- Vida útil: 10 años.

3.3 Maquinaria a alquilar

Para la recogida de aceituna será necesario incorporar un nuevo tractor a la maquinaria de la explotación, por lo que se recurrirá al estudio de los costes del alquiler de uno con pala que cargue la aceituna en el remolque. Su coste diario será de 170 €, al que deberán ser añadidos los costes del operario ($9,23 \frac{€}{h}$) y el combustible ($16,50 \frac{€}{h}$). Suponiendo una jornada laboral de 6,50 h (7 h menos 0,5 de descansos), su coste horario será de $51,88 \frac{€}{h}$

4 Coste de utilización de maquinaria

Para poder estimar los costes horarios de la maquinaria, se necesita conocer los costes fijos y variables asociados a la misma, por lo que usaremos la expresión:

$$\text{Coste total (C.T.)} = \text{Costes fijos (C.F.)} + \text{Costes variables (C.V.)} \times h$$

- Tractor 150 CV:

- Costes fijos (C.F.):

- Interés y amortización: 0
- Seguro: $S = 200 \frac{€}{año}$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. La vida útil del tractor son 10 años. Las horas de tracción de la maquina se estiman $230,30 \frac{h}{año}$, por lo que las horas totales serán 2.303,00 h en su vida útil (10 años).

$$R.M = \frac{15\% \times 37.000}{2.303,00} = 2,41 \frac{€}{h}$$

- Mano de obra: $10 \frac{\text{€}}{\text{h}}$
- Combustible: $0,2 \frac{\text{L}}{\text{CV} \times \text{h}} \times 150 \text{ CV} \times 0,55 \frac{\text{€}}{\text{L}} = 16,5 \frac{\text{€}}{\text{h}}$
- Lubricante: $6\% \text{ coste del combustible} = 0,06 \times 0,55 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 0,033 \frac{\text{€}}{\text{h}}$

$$C.T. = 200 + (2,41 + 10 + 16,5 + 0,033) \times 230,30 = 6.865,57 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 29,81 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

-Remolque de 10.000 kg:

- Costes fijos (C.F.):

- Interés y amortización: 0
- Seguro: $S = 50 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. La vida útil del remolque son 10 años. La producción media de la explotación será de $8.800 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$ en intensivo, llegándose en la explotación a 184.712 kg. Nuestro remolque tiene una capacidad de 10.000 kg y tarda en cargar y descargar la cosecha en la cooperativa (Agroalimentaria Virgen del Rocío, situada a 17 km) 1,5 h Las horas de tracción de la maquina se estiman $27,71 \frac{\text{h}}{\text{año}}$, por lo que las horas totales serán 277,10 h en su vida útil (10 años).

$$R.M = \frac{15\% \times 7.700}{277,10} = 4,17 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

- Lubricante: 0,10 €/h

$$C.T. = 50 + (4,17 + 0,10) \times 27,71 = 168,32 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 6,07 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

- Cultivador:

- Costes fijos (C.F.): 0. No depende de seguro y se encuentra amortizado.

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción del apero son $6,69 \frac{h}{año} \times 2$ pases al año = $13,38 \frac{h}{año}$, lo que hace un total de 107,04 h en su vida útil (8 años).

$$R.M = \frac{15\% \times 3.000}{107,04} = 4,20 \frac{€}{h}$$

$$C.T. = 4,20 \times 13,38 = 56,19 \frac{€}{año} = 4,20 \frac{€}{h}$$

- Atomizador:

- Costes fijos (C.F.): 0. Se encuentra amortizado y no requiere de seguro.

-

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción de la máquina se estiman en $6,12 \frac{h}{año}$, y se pretenden realizar 5 tratamientos anuales, por lo que el uso en horas al año será de $30,60 \frac{h}{año}$, dejando un total de 244,80 h en su vida útil (8 años)

$$R.M = \frac{15\% \times 9.000}{244,8} = 5,52 \frac{€}{h}$$

$$C.T. = 5,52 \times 30,60 = 168,75 \frac{€}{año} = 5,52 \frac{€}{h}$$

- Pulverizador hidráulico con barras:

- Costes fijos (C.F.): 0. Se encuentra amortizado y no requiere de seguro.

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición
- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción de la máquina se estiman en $7,14 \frac{h}{año}$, y se pretenden realizar 2 tratamientos anuales, por lo que el uso en horas al año será de $14,28 \frac{h}{año}$, dejando un total de 114,24 h en su vida útil (8 años)

$$R.M = \frac{15\% \times 4.500}{114,24} = 5,91 \frac{€}{h}$$

$$C.T. = 5,91 \times 14,28 = 84,38 \frac{€}{año} = 5,91 \frac{€}{h}$$

- Vibrador de tronco y paraguas invertido:

- Costes fijos (C.F.):

- Valor residual (V_r)

Se puede estimar como un porcentaje del valor de adquisición (V_a), entre un 10 y 20 % concretamente.

$$-V_a = 38.000 €$$

$$-V_r = 38.000 \times 20 \% = 7.600 €$$

- Amortización (a)

Para su cálculo usaremos la depreciación lineal constante, resultando una cuota de amortización fija de valor:

$$-a = \frac{V_a - V_r}{N} \left(\frac{€}{año} \right); \text{ para } N = \text{años de vida útil.}$$

$$-a = \frac{38.000 - 7.600}{10} = 3.040 \frac{€}{año}$$

- Interés
- El valor al que habrá que aplicar el interés será un valor constante para todos los años, cuya cantidad se estima como Valor medio fijo o constante (V_{CC})

$$V_{CC} = \frac{V_a + V_r}{2} = \frac{38.000 + 7.600}{2} = 22.800 \frac{€}{año}.$$

Resulta así una cuota de interés anual constante (CIC):

$$CIC = V_{CC} \cdot \text{tasa neta } (i_n) = 22.800 \times 0,06 = 1.368 \frac{€}{año}.$$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M. = \frac{15 \% \text{ de } V_a}{h} = \frac{0,15 \times 38.000}{1039,0} = 5,48 \frac{€}{h}$$

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción de la máquina se estiman en $103,90 \frac{h}{año}$, dejando un total de 1039,00 h en su vida útil (10 años)

$$C.T. = (3.040 + 1.368) + 5,48 \times 103,90 = 4.978 \frac{€}{año} = 47,91 \frac{€}{h}$$

- Desbrozador-triturador:

- Costes fijos (C.F.):

- Valor residual (V_r)

Se puede estimar como un porcentaje del valor de adquisición(V_a), entre un 10 y 20 % concretamente.

$$-V_a = 6.000 €$$

$$-V_r = 6.000 \times 20 \% = 1.200 €$$

- Amortización (a)

Para su cálculo usaremos la depreciación lineal constante, resultando una cuota de amortización fija de valor:

$$-a = \frac{V_a - V_r}{N} \left(\frac{€}{año} \right); \text{ para } N = \text{años de vida útil.}$$

$$-a = \frac{6.000 - 1.200}{10} = 480 \frac{€}{año}$$

- Interés

- El valor al que habrá que aplicar el interés será un valor constante para todos los años, cuya cantidad se estima como Valor medio fijo o constante (V_{CC})

$$V_{CC} = \frac{V_a + V_r}{2} = \frac{6.000 + 1.200}{2} = 3.600 \frac{€}{año}.$$

Resulta así una cuota de interés anual constante (CIC),

$$CIC = V_{CC} \cdot \text{tasa neta } (i_n) = 3.600 \times 0,06 = 216 \frac{€}{año}.$$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M. = \frac{15\% \text{ de } V_a}{h} = \frac{0,15 \times 6.000}{545,12} = 1,65 \frac{\text{€}}{h}$$

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción de la máquina se estiman en $34,07 \frac{h}{año}$, y se pretenden realizar 2 pases con dicha máquina, por lo que el uso en horas al año será de $68,14 \frac{h}{año}$, dejando un total de 545,12 h en su vida útil (8 años)

$$C.T. = (480 + 216) + 1,65 \times 68,14 = 808,50 \frac{\text{€}}{año} = 11,87 \frac{\text{€}}{h}$$

A continuación, se encuentran recogidos en la siguiente tabla el precio de uso de la maquinaria a emplear en el sistema intensivo. En el caso del tractor, no se refleja su coste por separado ($29,81 \frac{\text{€}}{h}$), sino que va incluido en el precio de los demás aperos y maquinarias a los cuales acompaña. Para estimar el coste total en el uso, se incluirá el precio del operario encargado de su utilización, que en el caso del jornal agrícola se estima en 60 € por 6,5 h de trabajo (7 h menos 0,5 h de descanso; $9,23 \frac{\text{€}}{h}$) y el del tractor. También se incluye el precio de la carga y transporte de aceituna, cuyo valor se ha calculado como el precio del alquiler del tractor (tractor + operario + combustible; $51,88 \frac{\text{€}}{h}$) junto con el coste del remolque al que acompañará.

Tabla 2: Coste de utilización de la maquinaria en la explotación bajo modelo intensivo.

Coste maquinaria modelo intensivo			
Maquinaria	Horas de uso anuales (h/año) (máquina arrastrada)	Coste horario (€/h) (tractor + operario + máquina arrastrada)	Coste total (€/año)
Cultivador	13,38	43,24	578,55
Atomizador	30,6	44,56	1.363,54
Pulverizador hidráulico	14,28	44,95	641,89
Vibrador de troncos más paraguas invertido	103,9	86,95	9.034,11
Desbrozador-triturador	68,14	50,91	3.469,01
Alquiler tractor + uso remolque	27,71	57,95	1.605,79
Total			16.692,88

Se decidió, tras comprobar los precios del uso de la maquinaria, hacer un estudio de campo y buscar precios en empresas de prestación de servicio cercanas a la zona. Tras hablar con varias de ellas, y consultar con la cooperativa, la media de los precios ofrecidos para la realización de las labores se resumió en el siguiente cuadro:

Tabla 3: Precio externalización de labores en sistema intensivo

Coste maquinaria modelo intensivo			
Servicio	Horas de uso anuales (h/año)	Coste horario €/h	Coste total €/año
Mantenimiento del suelo (Cultivador)	13,38	52,50	702,45
Tratamientos fitosanitarios (Atomizador)	30,60	46,25	1.415,25
Tratamientos herbicidas (Pulverizador hidráulico)	14,28	46,25	660,45
Recolección (Vibrador de troncos más paraguas invertido)	103,90	87,75	9.117,23
Acopio y transporte de aceituna	27,71	59,00	1.634,89
Desbrozado-triturado	68,14	48,00	3.270,72
		Total	16.800,99

Sistema Superintensivo

5 Maquinaria necesaria

La maquinaria que se precisará para la implantación de un modelo superintensivo no difiere mucho a la estudiada para el intensivo. Concretamente solo varía a la hora de la recolección, para la cual se usará una máquina cosechadora cabalgante autopropulsada, la aplicación con el pulverizador hidráulico, para la que tendremos que adecuar las barras para que trabajen a un ancho menor, y la poda, para la cual precisaremos una máquina provista de discos que realizará el “*topping*”. Del mismo modo, no será necesario el uso de un segundo tractor, pues la cosechadora es autopropulsada.

5.1 Horas de tracción de cada apero y jornadas de trabajo

Para su cálculo, se seguirá la misma metodología explicada en el punto 3.1, cambiando los anchos de trabajo cuando sea necesario.

Tabla 4: Horas de tracción y jornadas de trabajo de la maquinaria en modelo superintensivo.

	a (m)	$V (\frac{km}{h})$	$S_t (\frac{ha}{h})$	rendimiento	$S_r (\frac{ha}{h})$	$T_e (\frac{h}{ha})$	S (ha)	Horas de tracción	Jornadas de trabajo
Atomizador	3,50	7,00	2,45	0,70	1,72	0,58	20,99	12,24	1,88
Pulverizador hidráulico	3,50	7,00	2,45	0,70	1,72	0,58	20,99	12,24	1,88
Cultivador	3,50	8,00	2,80	0,70	1,96	0,51	20,99	10,71	1,65
Desbrozador-triturador	2,00	4,00	0,80	0,70	0,56	1,78	20,99	37,48	5,76

5.2 Maquinaria a comprar

Se contemplará la compra del desbrozador-triturador, para lo cual se piensa en el mismo modelo que el estudiado en el modelo intensivo:

- Desbrozador-triturador:

Máquina de la marca Picursa, modelo “extra desplazable”, con un ancho de trabajo útil de 2,20 m y ancho total de 2,44 m. Está provista de 24 martillos y 5 correas, se acciona con la toma de fuerza del tractor y requiere de 90-110 CV.

- Coste de adquisición: 6.000 €
- Vida útil: 10 años.

5.3 Maquinaria a alquilar

Debido al gran desembolso económico que supone, se optará por alquilar a una empresa de prestación de servicios la maquinaria de cosecha (vendimiadora cabalgante). Este servicio tendrá un coste horario de 150 €, en el cual se incluye la mano de obra necesaria y costes de carburante. Se estima que el tiempo requerido para la recolección de una hectárea de olivar en seto varía entre 1,5-2h, dependiendo del marco de plantación y manejo de la explotación (Rius y Lacarte, 2010). Por tanto, nuestro proyecto contemplará un tiempo de recolección de 41,98 h.

También, será preciso recurrir a una empresa externa para el alquiler de los servicios de poda mecanizada (topping), ya que resulta más conveniente recurrir a estos servicios, los cuales ceden mano de obra cualificada y maquinaria, a comprarla. Para dicha tarea, el libro de “*La revolución del olivar. El cultivo en seto*” (Rius y Lacarte, 2010) estima un tiempo de ejecución de 1 hora por ha, asociado a un precio de 60 € la hora.

6. Coste de utilización de maquinaria

De igual forma que en el estudio del modelo intensivo, los costes totales de utilización de maquinaria serán:

$$\text{Coste total (C.T.)} = \text{Costes fijos (C.F.)} + [\text{Costes variables (C.V.)} \times h]$$

- Tractor 150 CV:

- Costes fijos (C.F.):

- Interés y amortización: 0
- Seguro: $S = 200 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. La vida útil del tractor son 10 años. Las horas de tracción de la maquina se estiman $182,06 \frac{h}{\text{año}}$, por lo que las horas totales serán 1.820,60 h en su vida útil (10 años).

$$R.M = \frac{15\% \times 37.000}{1.820,60} = 3,05 \frac{\text{€}}{h}$$

- Mano de obra: $10 \frac{\text{€}}{h}$
- Combustible: $0,2 \frac{L}{CV \times h} \times 150 CV \times 0,55 \frac{\text{€}}{L} = 16,5 \frac{\text{€}}{h}$
- Lubricante: $6\% \text{ coste del combustible} = 0,06 \times 0,55 \frac{\text{€}}{h} = 0,033 \frac{\text{€}}{h}$

$$C.T. = 200 + (3,05 + 10 + 16,50 + 0,033) \times 182,06 = 5.585,60 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 30,70 \frac{\text{€}}{h}$$

-Remolque de 10.000 kg:

- Costes fijos (C.F.):

- Interés y amortización: 0
- Seguro: $S = 50 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. La vida útil del remolque son 10 años La producción media de la explotación será de $11.500 \frac{kg}{ha}$ en superintensivo, llegando en la explotación a 241.385 kg. Nuestro remolque tiene una capacidad de 10.000 kg y tarda en cargar y descargar la cosecha en la

cooperativa (Agroalimentaria Virgen del Rocío, situada a 17 km) 1,5 h, por lo que el tiempo total de trabajo en horas será: $36,21 \frac{h}{año}$, realizándose en su vida útil un total de 362,10 h.

$$R.M = \frac{15\% \times 7.700}{362,10} = 3,19 \frac{€}{h}$$

- Lubricante: 0,10 €/h

$$C.T. = 50 + (3,19 + 0,10) \times 36,21 = 169,12 \frac{€}{año} = 4,67 \frac{€}{h}$$

- Cultivador:

- Costes fijos (C.F.): 0. No depende de seguro y se encuentra amortizado.
- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción del apero $10,71 \frac{h}{año} \times 2$ pases al año = $21,42 \frac{h}{año}$, lo que hace un total de 171,36 h en su vida útil (8 años).

$$R.M = \frac{15\% \times 3.000}{171,36} = 2,63 \frac{€}{h}$$

$$C.T. = 2,63 \times 21,42 = 56,25 \frac{€}{año} = 2,62 \frac{€}{h}$$

- Atomizador:

- Costes fijos (C.F.): 0. Se encuentra amortizado y no requiere de seguro.
- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción de la máquina se estiman en $12,24 \frac{h}{año}$, y se pretenden realizar 5 tratamientos anuales, por lo que el uso en horas al año será de $61,20 \frac{h}{año}$, dejando un total de 489,60 h en su vida útil (8 años)

$$R.M = \frac{15\% \times 9.000}{489,60} = 2,76 \frac{€}{h}$$

$$C.T. = 2,76 \times 61,20 = 168,75 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 2,76 \frac{\text{€}}{h}$$

- Pulverizador hidráulico con barras:

- Costes fijos (C.F.): 0. Se encuentra amortizado y no requiere de seguro.

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M = \frac{15\% \times V_a}{h}$$

- V_a = Valor de adquisición

- h = Horas de trabajo totales. Las horas de tracción de la máquina se estiman en $12,24 \frac{h}{\text{año}}$, y se pretenden realizar 2 tratamientos anuales, por lo que el uso en horas al año será de $24,48 \frac{h}{\text{año}}$, por lo que en su vida útil (8 años) tendrá un uso de 195,84 h.

$$R.M = \frac{15\% \times 4.500}{195,84} = 3,45 \frac{\text{€}}{h}$$

$$C.T. = 3,45 \times 24,48 = 84,38 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 3,45 \frac{\text{€}}{h}$$

- Desbrozador-triturador:

- Costes fijos (C.F.):

- Valor residual (V_r)

Se puede estimar como un porcentaje del valor de adquisición (V_a), entre un 10 y 20 % concretamente.

$$-V_a = 6.000 \text{ €}$$

$$-V_r = 6.000 \times 20\% = 1.200 \text{ €}$$

- Amortización (a)

Para su cálculo usaremos la depreciación lineal constante, resultando una cuota de amortización fija de valor:

$$-a = \frac{V_a - V_r}{N} \left(\frac{\text{€}}{\text{año}} \right); \text{ para } N = \text{años de vida útil.}$$

$$-a = \frac{6.000 - 1.200}{10} = 480 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

- Interés

- El valor al que habrá que aplicar el interés será un valor constante para todos los años, cuya cantidad se estima como Valor medio fijo o constante (V_{cc})

$$V_{CC} = \frac{V_a + V_r}{2} = \frac{6.000 + 1.200}{2} = 3.600 \frac{\text{€}}{\text{año}}.$$

Resulta así una cuota de interés anual constante (CIC):

$$CIC = V_{CC} \cdot \text{tasa neta } (i_n) = 3.600 \times 0,06 = 216 \frac{\text{€}}{\text{año}}.$$

- Costes variables (C.V.):

- Reparación y mantenimiento:

$$R.M. = \frac{15 \% \text{ de } V_a}{h} = \frac{0,15 \times 6.000}{599,68} = 1,50 \frac{\text{€}}{h}$$

- h = Horas de trabajo totales Las horas de tracción de la máquina se estiman en $37,48 \frac{h}{\text{año}}$, y se pretenden realizar 2 pases con dicha máquina, por lo que el uso en horas al año será de $74,96 \frac{h}{\text{año}}$, dejando un total de 599,68 h en su vida útil (8 años)

$$C.T. = (480 + 216) + 1,50 \times 74,96 = 808,50 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 10,79 \frac{\text{€}}{h}$$

En la siguiente tabla se contemplan los cotes de la maquinaria a implementar en el modelo superintensivo. El coste del tractor por separado ($30,70 \frac{\text{€}}{h}$) no se contempla, sino que su precio va incluido en la maquinaria que arrastra o acompaña. También recordar que el precio del jornal agrícola se establece en $9,23 \frac{\text{€}}{h}$. Se incluye también el precio de la maquinaria alquilada a la empresa de servicios que realizará las tareas de cosecha y poda (topping).

Tabla 5: Coste de utilización de la maquinaria en la explotación bajo modelo superintensivo.

Coste maquinaria modelo superintensivo			
Maquinaria	Horas de uso anuales (h/año) (máquina arrastrada)	Coste horario (€/h) (tractor + operario + máquina arrastrada)	Coste total (€/año)
Remolque	36,21	44,60	1.614,97
Cultivador	21,42	42,55	911,42
Atomizador	61,20	42,64	2.609,57
Pulverizador hidráulico	24,48	43,33	1.060,72
Desbrozador-triturador	74,96	50,67	3.798,22
Alquiler Cosechadora	41,98	150,00	6.297,00
Alquiler podadora	20,99	60,00	1.259,40
Total			17.551,30

Como en el caso del estudio del modelo intensivo, se optó por el cálculo de los costes de las operaciones contratando los servicios. Para ello, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 6: Precio externalización de labores en sistema superintensivo

Coste maquinaria modelo superintensivo			
Servicio	Horas de uso anuales (h/año)	Coste horario (€/h)	Coste total €/año
Mantenimiento del suelo (Cultivador)	21,42	52,50	1.124,55
Tratamientos fitosanitarios (Atomizador)	61,20	46,25	2.830,50
Tratamientos herbicidas (Pulverizador hidráulico)	24,48	46,25	1.132,20
Desbrozado-triturado	74,96	48,00	3.598,08
Alquiler Cosechadora	41,98	150,00	6.297,00
Acopio y transporte de aceituna	36,21	59,00	2.136,39
Alquiler podadora	20,99	60,00	1.259,40
Total			18.378,12

7. Conclusiones

Tras el estudio de los costes derivados del uso de la maquinaria en el proyecto, y su comparativa con los costes de la total externalización de las tareas, se decide prescindir de éstas y externalizar las labores.

Los motivos que promueven esta acción radican en las preferencias del promotor a desligarse de las labores. La externalización supondrá mayor facilidad para el dueño, pues no tendrá que estar pendiente del mantenimiento de la maquinaria ni en la reposición de la misma. Del mismo modo, este último aspecto es otro de los pilares de la decisión. La maquinaria se encuentra obsoleta y deberá ser repuesta en unos años, lo que acarreará un desembolso económico y unos gastos de amortización que deben ser tomados en cuenta.

Externalizar las labores, reporta en el proyecto unos gastos de $108,11 \frac{\text{€}}{\text{año}}$, respecto al uso de la maquinaria propia, en el modelo intensivo, y de 826,82 en el sistema superintensivo, pero al mismo tiempo suponen en el año 0 un incremento del capital, pues la maquinaria será vendida en dicho año por su valor residual, haciendo que la inversión inicial sea menor.

Anejo 9: Estudio económico

Índice

1. Introducción.....	177
Olivar intensivo	177
1. Presupuesto.....	177
2. Vida útil	177
3. Pagos del proyecto	178
3.1 Pagos ordinarios	178
3.2 Pagos extraordinarios	184
4. Cobros del proyecto.	184
4.1. Cobros ordinarios.....	184
5. Flujos de caja	185
6. Indicadores de rentabilidad	186
6.1 Valor Actual Neto (VAN)	186
6.2 Relación beneficio-inversión.....	188
6.3 Plazo de recuperación (Pay-Back).....	188
6.4 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	188
Olivar superintensivo.....	189
7. Presupuesto.....	189
8. Vida útil	189
9. Pagos del proyecto	189
10.1 Pagos ordinarios	189
10.2 Pagos extraordinarios	194
11. Cobros del proyecto	194
11.1. Cobros ordinarios.....	194
11.2. Cobros extraordinarios	195
12. Flujos de caja	195
12.1 Flujos de caja para una vida útil de 15 años.	196
12.2 Flujos de caja para una vida útil de 30 años.	197
13. Indicadores de rentabilidad en olivar sin renovación (15 años)	198
13.1 Valor Actual Neto (VAN)	198
13.2 Relación beneficio-inversión.....	199
13.3 Plazo de recuperación (Pay-Back).....	199
13.4 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	199
14. Indicadores de rentabilidad en olivar con renovación (30 años)	199

14.1	Valor Actual Neto (VAN)	199
14.2	Relación beneficio-inversión.....	200
14.3	Plazo de recuperación (Pay-Back).....	201
15.	Conclusiones	201

1. Introducción

Con el anejo siguiente se pretende estudiar la rentabilidad del proyecto en función a la inversión realizada y teniendo en cuenta los flujos monetarios generados durante la vida útil de la plantación, asumiéndose un precio de cotización del olivar parejo al de los años precedentes. De este modo, podremos realizar una comparativa económica en relación a los sistemas estudiados, pudiéndose así optar por uno u otro.

El estudio económico se realizará por separado para ambos sistemas, comparando los resultados al final del documento permitiendo elegir la opción que optimice al máximo nuestra inversión.

Olivar intensivo

1. Presupuesto

La inversión inicial que debe ejecutarse para la puesta en marcha del proyecto se recoge en el documento nº 4 **“Presupuesto y mediciones”**. A continuación, se expone un resumen del mismo:

Plantación	23.798,10 €
Sistema de riego	16.566,69 €
Fertirrigación	1.510,10 €
13% Gastos generales	5.443,74 €
6% Beneficio industrial	2.512,49 €
21% IVA	10.464,54 €
Total	60.295,66 €

2. Vida útil

Se cifra la vida útil de nuestro proyecto en 30 años, tiempo en el que se estudiará la rentabilidad de la inversión, aunque cabe recordar que se podría alargar infinitamente realizando labores de arrancado y nueva plantación.

3. Pagos del proyecto

3.1 Pagos ordinarios

Los gastos o pagos ordinarios son aquellos que se darán en la explotación y que son independientes de la producción. No son fijos, pueden variar entre un año y otro debido a la fase o etapa del desarrollo en la que nos encontremos. De manera generalizada, estos gastos suelen aumentar a medida que envejece nuestro proyecto, hasta la entrada de plena producción del cultivo.

- **Mantenimiento del suelo.**

Para nuestro proyecto se contemplan dos pases de cultivador por campaña.

La operación supone un coste de $16,73 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, que anualmente, por dos pases de cultivador, repercutirá en el desembolso de **$702,45 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

- **Entutorado, poda y manejo de restos de poda.**

Los dos primeros años del cultivo los olivos deberán ser revisados para ver si siguen los tutores, y si éstos siguen unidos a los mismos, así como quitar algunas ramas inferiores que surjan. Para ello se contratará a dos jornaleros, cuyo precio es de $60 \frac{\text{€}}{\text{día}}$ (salario + seguro) cada uno, con un rendimiento de $422 \frac{\text{olivos}}{\text{día}}$ por operario. Así, el coste por hectárea, ocupada por 250 olivos, será de $35,50 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, es decir **$745,20 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Se contemplan pequeños fallos e imprevistos, que se estipulan en el 5%, y que repercuten como reposición de marras durante el primer año. Nuestra plantación dispone de $250 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$, y el coste de la reposición se fija en $2,86 \frac{\text{€}}{\text{unidad}}$, por lo que si se reponen el 5% el coste total al año será **$750,39 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

Desde el tercer año hasta el cuarto, se realizarán labores de poda que consistirán en el desvareto y organización de la copa del árbol. Para ello se precisará de dos jornaleros, que suponen un coste de $60 \frac{\text{€}}{\text{día}}$ (salario + seguro) cada uno, y que realizan la poda de $225 \frac{\text{olivos}}{\text{día}}$, o lo que es lo mismo $1,8 \frac{\text{ha}}{\text{día}}$. De esta forma, se asumirá un coste de $66,67 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, lo que supondrá un coste anual de **$1.399,33 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

A partir del quinto año, el número de olivos que puede podar al día cada trabajador disminuye, debido al mayor tamaño de éstos y la dificultad asociada al mantenimiento de su forma, estimándose en $85 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$ ($0,34 \frac{\text{ha}}{\text{día}}$). Dicho esto, y asumiendo la contratación de cuatro jornaleros con el mismo salario nuevamente, el precio de ejecución de la poda se presume en $176,57 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, o lo que es lo mismo **$3.704,12 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

Los restos de poda se dispondrán en superficie, en el centro de las calles, para lo cual se recurrirá al empleo de un desbrozador-triturador que realizará las labores de desbroce de la cubierta vegetal y trituración de los restos. Esta labor se llevará a cabo a partir del cuarto año, y para ello se estima un coste de $77,91 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, que anualmente para nuestra plantación generará un coste de **$1.635,36 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

- **Tratamientos fitosanitarios.**

Se aplicarán cinco tratamientos anuales, enfocados a las principales enfermedades y plagas que se describieron en el nº 5, “**Técnicas de cultivo**”.

En concreto, se aplicará para combatirlos Dimetoato, Cobre y Fosmet. El precio medio del conjunto de fitosanitarios que se aplicarán se fija en $89,90 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$ (Dimetoato = $7,20 \frac{\text{€}}{\text{L}}$; Fosmet = $10,15 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$; Oxidloruro de cobre = $8,60 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$), por lo que nuestra plantación de 20,99 ha tendrá un coste en fitosanitarios de **$1.887,00 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

A esto, debemos añadir que la aplicación nos supone un coste de 13,49 €/ha, por lo que los cinco tratamientos fitosanitarios revertirán un desembolso de **$1.415,25 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Finalmente, el precio de la aplicación de los fitosanitarios, incluyendo la aplicación y los productos, revertirá un coste de **$3.302,25 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Estos costes se estipulan para una etapa de plena producción, la cual no se alcanzará hasta el año 10 aproximadamente. Por ello, se aplicará un crecimiento progresivo en las aplicaciones, y por tanto en los costes:

Tabla 1: Estima del crecimiento progresivo de los costes de tratamientos fitosanitarios en sistema intensivo.

Año	Costes anuales (€)
1	330,23
2	660,45
3	990,68
4	1.320,90
5	1.651,13
6	1.981,35
7	2.311,58
8	2.641,80
9	2.972,03
10-30	3.302,25

- **Tratamientos herbicidas y desbrozado.**

Se aplicará en bandas dos tratamientos herbicidas para eliminar la vegetación espontánea.

Para ello se aplicará Oxifluorfen y Glifosato, cuyo coste medio se estima en $13,50 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$ (Oxifluorfen = $10,50 \frac{\text{€}}{\text{L}}$; Glifosato = $3,50 \frac{\text{€}}{\text{L}}$), por lo que los gastos en herbicidas para nuestra finca serán de $283,37 \frac{\text{€}}{\text{año}}$.

A ello, debemos añadir el coste del tratamiento en sí, que se valora en $15,73 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$. Nuestros dos tratamientos anuales, derivarán en un desembolso de $660,54 \frac{\text{€}}{\text{año}}$.

Por tanto, el coste total de los tratamientos, incluidos herbicidas y aplicación, será de $943,82 \frac{\text{€}}{\text{año}}$.

El mantenimiento de la cubierta vegetal precisa de un pase de desbrozadora, para la que se usará el desbrozador-triturador. Como vimos anteriormente en el punto de “Entutorado, poda y manejo de restos de poda”, el precio de dicha labor supone $1.635,36 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

- **Fertirrigación.**

Para el cálculo de los costes de fertilización recurriremos a las estimaciones de abonado del anejo nº 7. El coste por hectárea será pues:

Tabla 2: Coste por hectárea de fertirrigación en modelo intensivo.

Modelo intensivo			
Abono	kg/ha	Precio/kg	Total
NH_4NO_3	151,55	0,38	57,59
Urea	124,83	0,53	66,16
H_3PO_4	65,19	0,42	27,38
K_2SO_4	308,63	0,62	191,35
Total			342,48

Finalmente, el coste total en nuestra finca de 20,99ha será de $7.188,66 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

Estos valores están referidos a etapas de plena producción, por lo que durante los primeros años las necesidades de abonado serán menores. Se aplicará el siguiente crecimiento progresivo:

Tabla 3: Estima del crecimiento progresivo de los costes de fertirrigación en sistema intensivo.

Año	Costes anuales (€)
1	718,87
2	1.437,73
3	2.156,60
4	2.875,46
5	3.594,33
6	4.313,20
7	5.032,06
8	5.750,93
9	6.469,79
10-30	7.188,66

- **Recolección.**

Para la recolección contemplaremos tanto la realización manual de la tarea, los primeros años en los que el desarrollo del árbol aún no es suficiente para emplear la mecanización, como la utilización del vibrador de troncos con paraguas invertido.

A continuación, se recoge el coste de la tarea de recolección durante los distintos años en relación con la producción estimada. Para los primeros tres años del proyecto se contempla únicamente la recolección manual, para la cual se precisará la incorporación de jornaleros que realicen la operación manualmente (precio de $60 \frac{\text{€}}{\text{día}}$; seguro incluido). En adelante, se precisará del alquiler del servicio de recolección por vibrador de troncos más jornaleros que ayuden al derribo de la aceituna que quede en árbol, la cual se estima en torno al 10% de la producción. Se contempla que en una peonada un jornalero cosecha en torno a $170 \frac{\text{kg de aceituna}}{\text{jornal}}$. Como costes de alquiler de maquinaria, se establece el alquiler a una empresa de servicio de la recolección con el vibrador de troncos y el acopio y transporte de la aceituna a la cooperativa.

Tabla 3: Coste de la tarea de recolección en modelo intensivo.

Año	Producción $\frac{kg}{ha}$	Hectáreas	Jornales	Costes jornales €	Costes alquiler de servicio €	Costes totales	Costes por ha
1		20,99	-	-	-	-	-
2	-	20,99	-	-	-	-	-
3	1.100,00	20,99	135,82	8.149,06	156,23	8.305,29	395,68
4	2.200,00	20,99	27,16	1.629,81	9.525,90	11.155,71	531,48
5	3.300,00	20,99	40,75	2.444,72	9.730,23	12.174,95	580,04
6	4.400,00	20,99	54,33	3.259,62	9.934,57	13.194,19	628,59
7	5.500,00	20,99	67,91	4.074,53	10.138,91	14.213,44	677,15
8	6.600,00	20,99	81,49	4.889,44	10.343,25	15.232,68	725,71
9	7.700,00	20,99	95,07	5.704,34	10.547,58	16.251,92	774,27
10	8.800,00	20,99	108,65	6.519,25	10.751,92	17.271,17	822,83
11	8.800,00	20,99	108,65	6.519,25	10.751,92	17.271,17	822,83
12	8.800,00	20,99	108,65	6.519,25	10.751,92	17.271,17	822,83
13	8.800,00	20,99	108,65	6.519,25	10.751,92	17.271,17	822,83
14	8.800,00	20,99	108,65	6.519,25	10.751,92	17.271,17	822,83
15-30	8.800,00	20,99	108,65	6.519,25	10.751,92	17.271,17	822,83

- **Consumo eléctrico.**

Para el cálculo del consumo eléctrico tendremos en cuenta que nuestra bomba de riego en el modelo intensivo es de 12,5 CV, o lo que es lo mismo 9,321 Kw, y el tiempo que ésta se encuentra en funcionamiento. Para ello hemos calculado las horas de riego en el intervalo de meses de riego (6,5; 195 días) obteniéndose un total de 1.055,27 h lo que supondrá un consumo de 1.513,25 Kw mensuales. Dicho esto, el coste que supondrá el consumo eléctrico será:

Tabla 4: Costes del consumo eléctrico en el modelo intensivo.

$\frac{Kw \times h}{mes}$	Precio (€) Kw x h	Coste mensual (€)	Coste anual (€)
1.513,25	0,17	257,25	1.672,14

Igualmente, este consumo de energía se dará cuando tengamos el olivar en plena producción, por lo que hasta los 10 años no se producirá tal consumo. En los primeros años, se aplicará un crecimiento progresivo del consumo eléctrico quedando:

Tabla 5: Estima del crecimiento progresivo de los costes de consumo eléctrico en sistema intensivo.

Año	Costes anuales (€)
1	167,21
2	334,43
3	501,64
4	668,86
5	836,07
6	1.003,28
7	1.170,50
8	1.337,71
9	1.504,93
10-30	1.672,14

- Pagos ordinarios totales por año.

Conocidos los gastos individualizados de todas las operaciones llevadas a cabo en nuestra explotación, los costes totales debido a los pagos ordinarios en nuestro modelo intensivo serán:

Tabla 6: Pagos ordinarios totales (€) en modelo intensivo por años.

Años	Mantenimiento del suelo	Poda, entutorado y manejo de restos	Tratamientos fitosanitarios	Tratamientos herbicidas y desbroce	Fertirrigación	Recolección	Electricidad	Total
1	702,45	1.495,59	330,23	2.579,18	1.078,30	-	167,21	6.352,96
2	702,45	745,20	660,45	2.579,18	2.156,60	-	334,43	7.178,31
3	702,45	1.399,33	990,68	2.579,18	3.234,90	8.305,29	501,64	17.713,47
4	702,45	3.034,69	1.320,90	2.579,18	4.313,19	11.155,71	668,86	23.774,97
5	702,45	3.034,69	1.651,13	2.579,18	5.391,49	12.174,95	836,07	26.369,96
6	702,45	3.034,69	1.981,35	2.579,18	6.469,74	13.194,19	1.003,28	28.964,89
7	702,45	3.034,69	2.311,58	2.579,18	7.188,66	14.213,44	1.170,50	31.200,49
8	702,45	3.034,69	2.641,80	2.579,18	7.188,66	15.232,68	1.337,71	32.717,17
9	702,45	3.034,69	2.972,03	2.579,18	7.188,66	16.251,92	1.504,93	34.233,86
10	702,45	3.034,69	3.302,25	2.579,18	7.188,66	17.271,17	1.672,14	35.750,54
11	702,45	3.034,69	3.302,25	2.579,18	7.188,66	17.271,17	1.672,14	35.750,54
12	702,45	3.034,69	3.302,25	2.579,18	7.188,66	17.271,17	1.672,14	35.750,54
13	702,45	3.034,69	3.302,25	2.579,18	7.188,66	17.271,17	1.672,14	35.750,54
14	702,45	3.034,69	3.302,25	2.579,18	7.188,66	17.271,17	1.672,14	35.750,54
15-30	702,45	3.034,69	3.302,25	2.579,18	7.188,66	17.271,17	1.672,14	35.750,54

3.2 Pagos extraordinarios

En este apartado se incluyen todos aquellos pagos que no pueden ser incluidos en los pagos ordinarios. En concreto, corresponden a la renovación de los ramales portagoteros.

Los ramales portagoteros se renovarán a los 11 años, y supondrán un coste de adquisición e instalación de 7.635,10 €, que corresponde solo a la renovación de las tuberías portagoteros y portarramales, no a la instalación fija de PVC enterrada.

4. Cobros del proyecto.

4.1. Cobros ordinarios.

Los cobros ordinarios en nuestro proyecto, hacen referencia a la entrada de capital en la explotación con la venta de la aceituna a la cooperativa Virgen del Rocío, en Almonte, donde se transformará en aceite para su comercialización. Para su estimación, se establecerá un precio de la aceituna de $0,50 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$, precio promedio de los últimos 5 años, al que deberemos restarle el precio de la molienda cobrado por la cooperativa ($0,03 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$). Así, nuestros cobros ordinarios durante la vida útil de la explotación serán de:

Tabla 7: Cobros ordinarios por años en olivar intensivo.

Año	Producción por ha	Producción total	Precio aceituna (€/kg)	Costes molienda (€/kg)	Total cobros (€)
1	-	-	0,50	0,03	-
2	-	-	0,50	0,03	-
3	1.100,00	23.089,00	0,50	0,03	10.851,83
4	2.200,00	46.178,00	0,50	0,03	21.703,66
5	3.300,00	69.267,00	0,50	0,03	32.555,49
6	4.400,00	92.356,00	0,50	0,03	43.407,32
7	5.500,00	115.445,00	0,50	0,03	54.259,15
8	6.600,00	138.534,00	0,50	0,03	65.110,98
9	7.700,00	161.623,00	0,50	0,03	75.962,81
10	8.800,00	184.712,00	0,50	0,03	86.814,64
11	8.800,00	184.712,00	0,50	0,03	86.814,64
12	8.800,00	184.712,00	0,50	0,03	86.814,64
13	8.800,00	184.712,00	0,50	0,03	86.814,64
14	8.800,00	184.712,00	0,50	0,03	86.814,64
15-30	8.800,00	184.712,00	0,50	0,03	86.814,64

4.2. Cobros extraordinarios

Se entienden como cobros extraordinarios en nuestro proyecto, aquellos que derivan de la venta de la maquinaria preexistente que no se utilizará durante el proyecto. Su precio de venta, será el calculado como valor residual en el anejo nº 8. **“Maquinaria”**. A continuación, se recogen en la tabla los años de desecho de la maquinaria, así como el valor residual de las mismas:

Tabla 8: Cobros extraordinarios en olivar intensivo.

Maquinaria	Año de desecho	Valor residual (€)
Tractor	0	7.400
Atomizador	0	1.800
Pulverizador hidroneumático	0	900

5. Flujos de caja

El flujo de caja es un informe financiero en el cual se detallan los flujos de entrada y salida de capital de una empresa. Para su estimación, se han usado los datos previamente calculados (Pagos y cobros) y la inversión inicial:

Tabla 9: Flujos de caja en modelo intensivo.

Año	PAGOS (€)		COBROS (€)		Inversión (€)	Flujos de Caja (€)
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
0				10.100,00	60.295,66	-50.195,66
1	6.352,96		-			-6.352,96
2	7.178,31		-			-7.178,31
3	17.713,47		10.851,83			-6.861,64
4	23.774,97		21.703,66			-2.071,31
5	26.369,96		32.555,49			6.185,53
6	28.964,89		43.407,32			14.442,43
7	31.200,49		54.259,15			23.058,66
8	32.717,17		65.110,98			32.393,81
9	34.233,86		75.962,81			41.728,95
10	35.750,54		86.814,64			51.064,10
11	35.750,54	7.635,10	86.814,64			43.429,00
12	35.750,54		86.814,64			51.064,10
13	35.750,54		86.814,64			51.064,10
14	35.750,54		86.814,64			51.064,10
15	35.750,54		86.814,64			51.064,10
16	35.750,54		86.814,64			51.064,10
17	35.750,54		86.814,64			51.064,10
18	35.750,54		86.814,64			51.064,10
19	35.750,54		86.814,64			51.064,10
20	35.750,54		86.814,64			51.064,10
21	35.750,54		86.814,64			51.064,10
22	35.750,54	7.635,10	86.814,64			43.429,00
23	35.750,54		86.814,64			51.064,10
24	35.750,54		86.814,64			51.064,10
25-30	35.750,54		86.814,64			51.064,10

6. Indicadores de rentabilidad

6.1 Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Para su cálculo, recurriremos a la expresión:

$$VAN = -K + \sum_{j=1}^n \left(\frac{R_j}{(1+i)^j} \right)$$

Siendo:

- K = Desembolso inicial o inversión (€).
- R_j = Flujo de caja (€)
- i = Interés efectivo.
- n = Horizonte económico considerado (duración de la inversión en años)

A través del valor del VAN, sabremos la ganancia neta generada por el proyecto, de tal forma que, si el resultado es mayor que 0, podemos afirmar que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero.

A continuación, en la siguiente tabla se recogen los flujos de caja actualizados para cada año, considerando una vida útil de 30 años y un interés del 7 %:

Tabla 10: Cálculo del VAN modelo intensivo.

Año	R_j	$(1 + i)^n$	$\frac{R_j}{(1 + i)^n}$
1	-6.352,96	1,07	-5.937,34
2	-7.178,31	1,14	-6.269,81
3	-6.861,64	1,23	-5.601,14
4	-2.071,31	1,31	-1.580,19
5	6.185,53	1,40	4.410,20
6	14.442,43	1,50	9.623,60
7	23.058,66	1,61	14.359,77
8	32.393,81	1,72	18.853,49
9	41.728,95	1,84	22.697,79
10	51.064,10	1,97	25.958,40
11	43.429,00	2,10	20.632,81
12	51.064,10	2,25	22.673,07
13	51.064,10	2,41	21.189,79
14	51.064,10	2,58	19.803,54
15	51.064,10	2,76	18.507,98
16	51.064,10	2,95	17.297,18
17	51.064,10	3,16	16.165,59
18	51.064,10	3,38	15.108,03
19	51.064,10	3,62	14.119,65
20	51.064,10	3,87	13.195,93
21	51.064,10	4,14	12.332,65
22	43.429,00	4,43	9.802,50
23	51.064,10	4,74	10.771,81
24	51.064,10	5,07	10.067,12
25	51.064,10	5,43	9.408,52
26	51.064,10	5,81	8.793,01
27	51.064,10	6,21	8.217,76
28	51.064,10	6,65	7.680,15
29	51.064,10	7,11	7.177,71
30	51.064,10	7,61	6.708,14
		Total	346.167,70

Nuestro VAN por tanto será:

$$VAN = -60.295,66 + 346.167,70 = 285.872,04 \text{ €} > 0$$

Al arrojar un valor positivo, podemos decir que nuestro proyecto es viable.

6.2 Relación beneficio-inversión

La relación beneficio-inversión (Q) es un índice de rentabilidad relativo que informa sobre la ganancia neta del proyecto por cada unidad monetaria invertida en el mismo.

$$Q = \frac{VAN}{K} = \frac{285.872,04}{60.295,66} = 4,74$$

Es decir, por cada unidad monetaria invertida (€) obtendremos de beneficio 4,74 unidades monetarias, hecho que nos indica la viabilidad del proyecto.

6.3 Plazo de recuperación (Pay-Back)

Entendemos plazo de recuperación como el tiempo que ha de transcurrir para que los cobros actualizados se equiparen a los pagos actualizados. A partir de dicho momento, si los cobros superan los gastos, se irán generando incrementos positivos del VAN de la inversión.

En nuestro caso, el VAN se hace positivo, arrojando que los pagos actualizados son superados por los cobros actualizados, a partir del año 13, siendo este el plazo de recuperación.

6.4 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La tasa interna de rendimiento (TIR), nos muestra el interés que hace que el VAN sea igual a 0. Para que la inversión sea rentable este valor debe ser superior al tipo de interés de mercado.

Para nuestro proyecto, la TIR ha sido calculada arrojando un valor de 20,15% > 7%, por lo que podemos asegurar la rentabilidad de nuestro proyecto.

Olivar superintensivo

7. Presupuesto

La inversión inicial que debe ejecutarse para la puesta en marcha del proyecto se recoge en el documento nº 4 “**Presupuesto y mediciones**”. A continuación, se expone un resumen del mismo:

Plantación	107.614,14 €
Sistema de riego	22.519,03 €
Fertirrigación	1.510,10 €
13% Gastos generales	17.113,63 €
6% Beneficio industrial	7.998,60 €
21% IVA	32.897,65 €
Total	131.643,27 €

8. Vida útil

Para el estudio económico en el modelo superintensivo, se realizarán dos análisis atendiendo a dos periodos de vida útil distinto. Por un lado, se estimarán los pagos y cobros del proyecto para una duración de 15 años, aplicando el estudio correspondiente, y por otro se realizará el análisis para una vida de 30 años, incluyendo el arranque de los olivos, que no revertirá gasto alguno pues la empresa de servicio lo hace gratuitamente a cambio de los árboles, y la nueva plantación. Para este caso, se usarán como gastos y cobros los calculados para 15 años, interpretando que la nueva plantación tendrá idénticos costes y beneficios.

9. Pagos del proyecto

10.1 Pagos ordinarios

A continuación, se recogerán los pagos ordinarios del olivar bajo método intensivo. Se calcularán para un periodo de 15 años, momento en el que se arrancará la plantación poniendo una nueva bajo las mismas condiciones, hecho que hará que los pagos ordinarios sean los mismos.

- **Mantenimiento del suelo.**

Para nuestro proyecto se contemplan dos pases de cultivador por campaña.

La operación supone un coste de $21,71 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, que anualmente, por dos pases de cultivador, repercutirá en el desembolso de **$911,41 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

- **Entutorado, poda y manejo de restos de poda.**

Los dos primeros años del cultivo los olivos deberán ser revisados para ver si siguen los tutores, y si éstos siguen unidos a los mismos, así como quitar algunas ramas inferiores que surjan. Para ello se contratará a siete jornaleros, cuyo precio es de $60 \frac{\text{€}}{\text{día}}$ (salario + seguro) cada uno, con un rendimiento de $422 \frac{\text{olivos}}{\text{día}}$ por jornalero. Así, el coste por hectárea, ocupada por 1.666 olivos, será de $236,87 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, es decir **$4.971,90 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Se contemplan pequeños fallos e imprevistos, que se estipulan del 5%, y que repercuten como reposición de marras durante el primer año. Nuestra plantación dispone de $1.666 \frac{\text{olivos}}{\text{ha}}$, y el coste de la reposición se fija en $2,86 \frac{\text{€}}{\text{unidad}}$, por lo que si se reponen el 5% el coste total al año será **$5.000,62 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

Desde el tercer año en adelante, se realizarán labores de poda que consistirán en el desvareto y poda de las ramas laterales y bajas, no sobrepasándose una anchura de 4 m. Para ello, en el libro *“La revolución del olivo. El cultivo en seto”* de Rius y Lacarte se estima para nuestras densidades similares a la nuestra $21 \frac{\text{h}}{\text{ha}}$, llevada a cabo por jornaleros con un salario de $60 \text{ h } \frac{\text{€}}{\text{día}}$ ($9,23 \frac{\text{€}}{\text{h}}$ por un jornal de 7 h con 0,5 de descanso; salario + seguro). De esta forma, se asumirá un coste de $588 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, lo que supondrá un coste anual de **$4.068,89 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

El control de la altura del olivo o *“topping”*, se realizará a partir del tercer año mecánicamente, con un coste de $60 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, que revertirá anualmente en **$1.259,40 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Los restos de poda se dispondrán en superficie, en el centro de las calles, para lo cual se recurrirá al empleo de un desbrozador-triturador que realizará las labores de desbroce de la cubierta vegetal y trituración de los restos. Esta labor se llevará a cabo a partir del tercer año, y para ello se estima un coste de $85,71 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$, que anualmente para nuestra plantación generará un coste de **$1.799,04 \frac{\text{€}}{\text{año}}$**

- **Tratamientos fitosanitarios.**

Se aplicarán cinco tratamientos anuales, enfocados a las principales enfermedades y plagas que se describieron en el anejo nº 5.

En concreto, se aplicará para combatirlos Dimetoato, Cobre y Fosmet. El precio medio del conjunto de fitosanitarios que se aplicarán se fija en $135,20 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$ (Dimetoato = $7,20 \frac{\text{€}}{\text{L}}$; Fosmet

= $10,15 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$; Oxicloruro de cobre = $8,60 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$), por lo que nuestra plantación de 20,99 ha tendrá un coste en fitosanitarios de **$2.837,85 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

A esto, debemos añadir que la aplicación nos supone un coste de $26,96 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$ por lo que los cinco tratamientos fitosanitarios revertirán un desembolso de **$2.830,50 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Finalmente, el precio de la aplicación de los fitosanitarios, incluyendo la aplicación y los productos, revertirá un coste de **$5668,35 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Estos costes se fijan para una etapa de plena producción, la cual no se alcanzará hasta el año 5 aproximadamente. Por ello, se aplicará un crecimiento progresivo en las aplicaciones, y por tanto en los costes:

Tabla 11: Estima del crecimiento progresivo de los costes de tratamientos fitosanitarios en sistema superintensivo.

Año	Costes anuales (€)
1	1.133,67
2	2.267,34
3	3.401,01
4	4.534,68
5-15	5.668,35

- **Tratamientos herbicidas y desbrozado.**

Se aplicará en bandas dos tratamientos herbicidas para eliminar la vegetación espontanea.

Para ello se aplicará Oxifluorfen y Glifosato, cuyo coste medio se estima en $13,50 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$ (Oxifluorfen = $10,50 \frac{\text{€}}{\text{L}}$; Glifosato = $3,50 \frac{\text{€}}{\text{L}}$), por lo que los gastos en herbicidas para nuestra finca serán de **$283,37 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

A ello, debemos añadir el coste del tratamiento en sí, que se valora en $26,96 \frac{\text{€}}{\text{ha}}$. Nuestros dos tratamientos anuales, derivarán en un desembolso de **$1.132,20 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

Por tanto, el coste total de los tratamientos, incluidos herbicidas y aplicación, será de **$1.415,57 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

El mantenimiento de la cubierta vegetal precisa de un pase de desbrozadora, para la que se usará el desbrozador-triturador. Como vimos anteriormente en el punto de “Entutorado, poda y manejo de restos de poda”, el precio de dicha labor supone **$1.799,04 \frac{\text{€}}{\text{año}}$** .

- **Fertirrigación.**

Para el cálculo de los costes de fertilización recurriremos a las estimaciones de abonado del anejo nº 7. El coste por hectárea será pues:

Tabla 12: Coste por hectárea de fertirrigación en modelo superintensivo.

Modelo intensivo			
Abono	kg/ha	Precio/kg	Total
NH_4NO_3	199,36	0,38	75,76
Urea	164,21	0,53	87,03
H_3PO_4	85,19	0,42	35,78
K_2SO_4	408,98	0,62	253,57
Total			452,14

Finalmente, el coste total en nuestra finca de 20,99 ha será de **9.490,42** $\frac{€}{año}$

Estos valores están referidos a etapas de plena producción, por lo que durante los primeros años las necesidades de abonado serán menores. Se aplicará el siguiente crecimiento progresivo:

Tabla 13: Estima del crecimiento progresivo de los costes de fertirrigación en sistema superintensivo.

Año	Costes anuales (€)
1	1.898,08
2	3.796,17
3	5.694,25
4	7.592,34
5-15	9.490,42

- **Recolección.**

Para la recolección contemplaremos solo la contratación del servicio de cosecha mediante cosechadora cabalgante.

Para la estimación de la producción, ya que es muy fluctuante en el tiempo, con picos de máxima productividad los años 3-5, seguida de un decaimiento, nos basaremos en los promedios obtenidos en estudio por Olint (grupo Agromillora), empresa dedicada al sector de la comercialización y producción de plántones de olivos certificados, para Arbequina AS-1.

A continuación, se recoge el coste de la tarea de recolección durante los distintos años en relación con la producción estimada. Como ya se comentó, se utilizará una empresa de servicios que nos realizará la recolección de manera mecanizada. Debido a que este tipo de maquinaria deja muy poca aceituna en árbol (en torno al 5%), no se emplearán jornaleros para su recolección, por lo que los costes totales serán los que se asocien al alquiler de los servicios. Como coste de servicio se incluye el precio de uso del remolque y tractor, que harán acopio de la aceituna y la llevarán a la cooperativa, así como el servicio de cosecha.

Tabla 14: Coste de la tarea de recolección en modelo superintensivo.

Año	Producción kg/ha	ha	Costes servicios €	Costes por ha
1	-	20,99	-	-
2	-	20,99	-	-
3	14.220,00	20,99	8.938,53	425,85
4	14.576,00	20,99	9.004,66	429,00
5	17.393,00	20,99	9.527,95	453,93
6	4.098,00	20,99	7.058,25	336,27
7	8.446,00	20,99	7.865,94	374,75
8	10.140,00	20,99	8.180,62	389,74
9	10.460,00	20,99	8.240,07	392,57
10	10.852,00	20,99	8.312,88	396,04
11	9.254,00	20,99	8.016,04	381,90
12	10.200,00	20,99	8.191,77	390,27
13	9.520,00	20,99	8.065,45	384,25
14	10.034,00	20,99	8.160,93	388,80
15	9.460,00	20,99	8.054,30	383,72

- **Consumo eléctrico**

Para el cálculo del consumo eléctrico tendremos en cuenta que nuestra bomba de riego en el modelo intensivo es de 15 CV, o lo que es lo mismo 11,185 Kw, y el tiempo que ésta se encuentra en funcionamiento. Para ello hemos calculado las horas de riego en el intervalo de meses de riego (6,5; 195 días) obteniéndose un total de 607,62 h lo que supondrá un consumo de 1.045,57 Kw mensuales. Dicho esto, el coste que supondrá el consumo eléctrico será:

Tabla 15: Costes del consumo eléctrico en el modelo superintensivo.

$\frac{Kw \times h}{mes}$	Precio (€) $kw \times h$	Coste mensual (€)	Coste anual (€)
1.045,57	0,17	177,75	1.155,36

Igualmente, este consumo de energía se dará cuando tengamos el olivar en plena producción, por lo que hasta los 5 años no se producirá tal consumo. En los primeros años, se aplicará un crecimiento progresivo del consumo eléctrico quedando:

Tabla 16: Estima del crecimiento progresivo de los costes de consumo eléctrico en sistema superintensivo.

Año	Costes anuales (€)
1	231,07
2	462,14
3	693,22
4	924,29
5-15	1.155,36

- **Pagos ordinarios totales por año.**

Conocidos los gastos individualizados de todas las operaciones llevadas a cabo en nuestra explotación, los costes totales debido a los pagos ordinarios en nuestro modelo intensivo serán:

Tabla 17: Pagos ordinarios totales (€) en modelo superintensivo por años.

Años	Mantenimiento del suelo	Poda, entutorado y manejo de restos	Tratamientos fitosanitarios	Tratamientos herbicidas y desbroce	Fertirrigación	Recolección	Electricidad	Total
1	911,41	9.972,52	1.133,67	3.214,61	1.898,08	-	231,07	17.361,37
2	911,41	4.971,90	2.267,34	3.214,61	3.796,17	-	462,14	15.623,57
3	911,41	8.030,34	3.401,01	3.214,61	5.694,25	8.938,53	693,22	30.883,37
4	911,41	8.030,34	4.534,68	3.214,61	7.592,34	9.004,66	924,29	34.212,32
5	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	9.527,95	1.155,36	37.998,44
6	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	7.058,25	1.155,36	35.528,74
7	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	7.865,94	1.155,36	36.336,43
8	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.180,62	1.155,36	36.651,11
9	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.240,07	1.155,36	36.710,56
10	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.312,88	1.155,36	36.783,37
11	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.016,04	1.155,36	36.486,53
12	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.191,77	1.155,36	36.662,26
13	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.065,45	1.155,36	36.535,94
14	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.160,93	1.155,36	36.631,42
15	911,41	8.030,34	5.668,35	3.214,61	9.490,42	8.054,30	1.155,36	36.524,79

10.2 Pagos extraordinarios

En este apartado se incluyen todos aquellos pagos que no pueden ser incluidos en los pagos ordinarios. En concreto, corresponden a la renovación de los ramales portagoteros y a la renovación del olivar.

Los ramales portagoteros se renovarán a los 11 años, y supondrán un coste de adquisición e instalación de 11.374,10 €, que corresponden solo a la renovación de tuberías portagoteros y portarramales, mientras que la nueva plantación supondrá un coste de 107.614,14 €

11. Cobros del proyecto

11.1. Cobros ordinarios

Los cobros ordinarios de nuestra explotación olivarera, como ya se comentó previamente, hacen referencia a la entrada de capital en la explotación con la venta de la aceituna, la cual se cifrará a un precio de la aceituna de $0,50 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$, precio promedio de los últimos

5 años, al que deberemos restarle el precio de la molienda cobrado por la cooperativa ($0,03 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$)

Recalcar, que se ha estudiado los cobros ordinarios para un periodo de 15 años pues tras renovar la plantación se espera que en los 15 años siguientes se consigan idénticos valores. Así, nuestros cobros ordinarios durante la vida útil de la explotación serán de:

Tabla 18: Cobros ordinarios por años en olivar superintensivo.

Año	Producción por ha	Producción total	Precio aceituna (€/kg)	Costes molienda (€/kg)	Total cobros (€)
1	-	-	0,50	0,03	-
2	-	-	0,50	0,03	-
3	14.220,00	298.477,80	0,50	0,03	140.284,57
4	14.576,00	305.950,24	0,50	0,03	143.796,61
5	17.393,00	365.079,07	0,50	0,03	171.587,16
6	4.098,00	86.017,02	0,50	0,03	40.428,00
7	8.446,00	177.281,54	0,50	0,03	83.322,32
8	10.140,00	212.838,60	0,50	0,03	100.034,14
9	10.460,00	219.555,40	0,50	0,03	103.191,04
10	10.852,00	227.783,48	0,50	0,03	107.058,24
11	9.254,00	194.241,46	0,50	0,03	91.293,49
12	10.200,00	214.098,00	0,50	0,03	100.626,06
13	9.520,00	199.824,80	0,50	0,03	93.917,66
14	10.034,00	210.613,66	0,50	0,03	98.988,42
15	9.460,00	198.565,40	0,50	0,03	93.325,74

11.2. Cobros extraordinarios

Como se comentó, los cobros extraordinarios de nuestro proyecto provendrán de la venta de la maquinaria preexistente que no se utilizará durante el proyecto. Su precio de venta, será el calculado como valor residual en el anejo nº 8. A continuación, se recogen en la tabla los años de desecho de la maquinaria, así como el valor residual de las mismas:

Tabla 19: Cobros extraordinarios en olivar superintensivo.

Maquinaria	Año de desecho	Valor residual (€)
Tractor	0	7.400
Atomizador	0	1.800
Pulverizador hidroneumático	0	900

12. Flujos de caja

El flujo de caja es un informe financiero en el cual se detallan los flujos de entrada y salida de capital de una empresa. Para su estimación, se han usado los datos previamente calculados (Pagos y cobros) y la inversión inicial. Se estudiará por separado el proyecto con duración de 15 años y el de vida útil de 30, con nueva plantación.

12.1 Flujos de caja para una vida útil de 15 años.

Tabla 20: Flujos de caja en modelo superintensivo sin renovación de plantación (15 años).

Año	PAGOS		COBROS		Inversión	Flujos de Caja
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
0				10.100,00	131.643,27	- 121.543,27
1	17.361,37		-			- 17.361,37
2	15.623,57		-			- 15.623,57
3	30.883,37		140.284,57			109.401,20
4	34.212,32		143.796,61			109.584,29
5	37.998,44		171.587,16			133.588,72
6	35.528,74		40.428,00			4.899,26
7	36.336,43		83.322,32			46.985,89
8	36.651,11		100.034,14			63.383,03
9	36.710,56		103.191,04			66.480,48
10	36.783,37		107.058,24			70.274,86
11	36.486,53	11.374,10	91.293,49			43.432,86
12	36.662,26		100.626,06			63.963,80
13	36.535,94		93.917,66			57.381,72
14	36.631,42		98.988,42			62.357,00
15	36.524,79		93.325,74			56.800,94

12.2 Flujos de caja para una vida útil de 30 años.

Tabla 21: Flujos de caja en modelo superintensivo con renovación de plantación (30 años)

Año	PAGOS		COBROS		Inversión	Flujos de Caja
	Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
0				10.100,00	131.643,27	-121.543,27
1	17.361,37		-			-17.361,37
2	15.623,57		-			-15.623,57
3	30.883,37		140.284,57			109.401,20
4	34.212,32		143.796,61			109.584,29
5	37.998,44		171.587,16			133.588,72
6	35.528,74		40.428,00			4.899,26
7	36.336,43		83.322,32			46.985,89
8	36.651,11		100.034,14			63.383,03
9	36.710,56		103.191,04			66.480,48
10	36.783,37		107.058,24			70.274,86
11	36.486,53	11.374,10	91.293,49			43.432,86
12	36.662,26		100.626,06			63.963,80
13	36.535,94		93.917,66			57.381,72
14	36.631,42		98.988,42			62.357,00
15	36.524,79		93.325,74			56.800,94
16	17.361,37	150.659,80	-			-168.021,17
17	15.623,57		-			-15.623,57
18	30.883,37		140.284,57			109.401,20
19	34.212,32		143.796,61			109.584,29
20	37.998,44		171.587,16			133.588,72
21	35.528,74		40.428,00			4.899,26
22	36.336,43	11.374,10	83.322,32			35.611,79
23	36.651,11		100.034,14			63.383,03
24	36.710,56		103.191,04			66.480,48
25	36.783,37		107.058,24			70.274,86
26	36.486,53		91.293,49			54.806,96
27	36.662,26		100.626,06			63.963,80
28	36.535,94		93.917,66			57.381,72
29	36.631,42		98.988,42			62.357,00
30	36.524,79		93.325,74			56.800,94

13. Indicadores de rentabilidad en olivar sin renovación (15 años)

Se procederá de igual forma al cálculo de los distintos indicadores.

13.1 Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -K + \sum_{j=1}^n \left(\frac{R_j}{(1+i)^j} \right)$$

Siendo:

- K = Desembolso inicial o inversión (€).
- R_j = Flujo de caja (€)
- i = Interés efectivo = 7%.
- n = Horizonte económico considerado (duración de la inversión en años)

Tabla 22: Cálculo del VAN modelo superintensivo sin renovación (15 años).

Año	R_j	$(1+i)^n$	$\frac{R_j}{(1+i)^n}$
1	-17.361,37	1,07	-16.225,58
2	-15.623,57	1,14	-13.646,23
3	109.401,20	1,23	89.303,97
4	109.584,29	1,31	83.601,33
5	133.588,72	1,40	95.246,91
6	4.899,26	1,50	3.264,58
7	46.985,89	1,61	29.260,45
8	63.383,03	1,72	36.889,50
9	66.480,48	1,84	36.160,98
10	70.274,86	1,97	35.724,18
11	43.432,86	2,10	20.634,64
12	63.963,80	2,25	28.400,69
13	57.381,72	2,41	23.811,37
14	62.357,00	2,58	24.183,12
15	56.800,94	2,76	20.587,28
		Total	497.197,19

Nuestro VAN por tanto será:

$$VAN = -131.643,27 + 497.197,19 = 365.553,92 \text{ €} > 0$$

Al arrojar un valor positivo, podemos decir que nuestro proyecto es viable.

13.2 Relación beneficio-inversión

La relación beneficio-inversión (Q) es un índice de rentabilidad relativo que informa sobre la ganancia neta del proyecto por cada unidad monetaria invertida en el mismo.

$$Q = \frac{VAN}{K} = \frac{365.553,92}{131.643,27} = 2,77$$

Es decir, por cada unidad monetaria invertida (€) obtendremos de beneficio 2,77 unidades monetarias, hecho que nos indica la viabilidad del proyecto.

13.3 Plazo de recuperación (Pay-Back)

Para nuestro proyecto bajo modelo superintensivo, se establece un plazo de recuperación de 4 años.

13.4 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Para nuestro proyecto, la TIR ha sido calculada arrojando un valor de 31,23% >7%, por lo que podemos asegurar la rentabilidad de nuestro proyecto.

14. Indicadores de rentabilidad en olivar con renovación (30 años)

Se procederá de igual forma al cálculo de los distintos indicadores.

14.1 Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -K + \sum_{j=1}^n \left(\frac{R_j}{(1+i)^j} \right)$$

Siendo:

- K = Desembolso inicial o inversión (€).
- R_j = Flujo de caja (€)
- i = Interés efectivo = 7%.
- n = Horizonte económico considerado (duración de la inversión en años)

Tabla 23: Cálculo del VAN modelo superintensivo con renovación (30 años).

Año	R_j	$(1 + i)^n$	$\frac{R_j}{(1 + i)^n}$
1	-17.361,37	1,07	-16.225,58
2	-15.623,57	1,14	-13.646,23
3	109.401,20	1,23	89.303,97
4	109.584,29	1,31	83.601,33
5	133.588,72	1,40	95.246,91
6	4.899,26	1,50	3.264,58
7	46.985,89	1,61	29.260,45
8	63.383,03	1,72	36.889,50
9	66.480,48	1,84	36.160,98
10	70.274,86	1,97	35.724,18
11	43.432,86	2,10	20.634,64
12	63.963,80	2,25	28.400,69
13	57.381,72	2,41	23.811,37
14	62.357,00	2,58	24.183,12
15	56.800,94	2,76	20.587,28
16	-168.021,17	2,95	-56.914,58
17	-15.623,57	3,16	-4.946,02
18	109.401,20	3,38	32.367,87
19	109.584,29	3,62	30.300,97
20	133.588,72	3,87	34.521,86
21	4.899,26	4,14	1.183,24
22	35.611,79	4,43	8.038,05
23	63.383,03	4,74	13.370,45
24	66.480,48	5,07	13.106,40
25	70.274,86	5,43	12.948,09
26	54.806,96	5,81	9.437,51
27	63.963,80	6,21	10.293,72
28	57.381,72	6,65	8.630,34
29	62.357,00	7,11	8.765,08
30	56.800,94	7,61	7.461,78
		Total	625.761,93

Nuestro VAN por tanto será:

$$VAN = -131.643,27 + 625.761,93 = 494.118,66 \text{ €} > 0$$

Al arrojar un valor positivo, podemos decir que nuestro proyecto es viable.

14.2 Relación beneficio-inversión

La relación beneficio-inversión (Q) es un índice de rentabilidad relativo que informa sobre la ganancia neta del proyecto por cada unidad monetaria invertida en el mismo.

$$Q = \frac{VAN}{K} = \frac{494.118,66}{131.643,27} = 3,75$$

Es decir, por cada unidad monetaria invertida (€) obtendremos de beneficio 3,75 unidades monetarias, hecho que nos indica la viabilidad del proyecto.

14.3 Plazo de recuperación (Pay-Back)

Para nuestro proyecto bajo modelo superintensivo, se establece un plazo de recuperación de 4 años.

14.4 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Para nuestro proyecto, la TIR ha sido calculada arrojando un valor de 31,27% >7%, por lo que podemos asegurar la rentabilidad de nuestro proyecto.

15. Conclusiones

A continuación, se muestra un cuadro resumen con los distintos resultados arrojados por los indicadores de rentabilidad estudiados para cada alternativa planteada:

Tabla 25: Resumen de los resultados de los indicadores de rentabilidad en las distintas posibilidades.

Indicadores de rentabilidad	Modelo super intensivo	Modelo superintensivo sin renovación (15 años)	Modelo superintensivo con renovación (30 años)
VAN	285.872,04 €	365.553,92	494.118,66
Relación beneficio-inversión	4,74 €	1,50	3,75
Plazo de recuperación	13 años	4 años	4 años
TIR	20,15%	31,23%	31,27%

Tras analizarlo, podemos concluir que la mejor opción radica en la implantación de un modelo de olivar superintensivo con renovación a los 15 años. Ésta opción ofrecerá al promotor un VAN de la inversión de 494.118,66 €, con un desembolso inicial mayor (más arriesgado) pero a un interés de retorno del 31,27%. A esto se le suma que el plazo de recuperación en las opciones de superintensivo es mucho más precoz que en el intensivo, el cual no llega hasta los 14 años del proyecto.

Documento nº 2: Planos

Índice

Plano 1: Situación.....	207
Plano 2: Emplazamiento	208
Plano 3: Curvas de nivel.....	209
Plano 4: Plantación en sistema intensivo	210
Plano 5: Sectores de riego en sistema intensivo	211
Plano 6: Subsectores de riego en sistema intensivo	212
Plano 7: Red de riego (red primaria y secundaria) en sistema intensivo	213
Plano 8: Red de riego (tuberías portalaterales y portagoteros) en sistema intensivo	214
Plano 9: Plantación en sistema superintensivo	215
Plano 10: Sectores de riego en sistema superintensivo	216
Plano 11: Subsectores de riego en sistema superintensivo.....	217
Plano 12: Red de riego (red primaria y secundaria) en sistema superintensivo	218
Plano 13: Red de riego (tuberías portalaterales y portagoteros) en sistema superintensivo ..	219

Documento nº 4: Presupuesto

Índice

Sistema intensivo

Cuadro de precios unitarios	224
Capítulo 1 Plantación	224
Capítulo 2 Sistema de riego.....	226
Capítulo 1 Fertirrigación.....	230
Presupuestos y mediciones	232
Capítulo 1 Plantación	232
Capítulo 2 Sistema de riego.....	234
Capítulo 1 Fertirrigación.....	238
Resumen del presupuesto.....	240

Sistema superintensivo

Cuadro de precios unitarios	242
Capítulo 1 Plantación	242
Capítulo 2 Sistema de riego.....	244
Capítulo 1 Fertirrigación.....	248
Presupuestos y mediciones	250
Capítulo 1 Plantación	250
Capítulo 2 Sistema de riego.....	252
Capítulo 1 Fertirrigación.....	256
Resumen del presupuesto.....	258

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.	47,60
		Total cantidades	CUARENTA Y SIETE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.	358,25
		Total cantidades	TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.	23,00
		Total cantidades	VEINTITRÉS EUROS Y CERO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.	0,70
		Total cantidades	CERO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.	1,60
		Total cantidades	UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20	0,25
		Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m	0,27
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 2 SISTEMA DE RIEGO			
2.1.1 SUBCAPÍTULO 2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
m3		EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural	3,58
	Total cantidades		TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS			
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.	0,21
	Total cantidades		CERO EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	2,62
	Total cantidades		DOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	1,74
	Total cantidades		UN EURO con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	1,80
--------------	---	--	------

Total cantidades

UN EURO con OCHENTA
CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.	48,99
--------------	---	---	-------

Total cantidades

CUARENTA Y OCHO EUROS con
NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPO DE RIEGO Y ACCESORIOS

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.	65,30
--------------	---	--	-------

Total cantidades

SESENTA Y CINCO EUROS con
TRENTA CÉNTIMOS.

2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	4,50
--------------	---	--	------

Total cantidades

CUATRO EUROS con CINCUENTA
CÉNTIMOS

2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	3,08
--------------	---	--	------

Total cantidades

TRES EUROS con OCHO
CÉNTIMOS

2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	2,85
		Total cantidades	DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"	57,25
		Total cantidades	CINCuenta Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.	295,60
		Total cantidades	DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO con SESENTA CÉNTIMOS.
2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	167,24
		Total cantidades	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas	4,26
		Total cantidades	CUATRO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS
2.4.9	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.	2.770,67
		Total cantidades	DOS MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

2.4.10	u	Electrobomba centrífuga sumergible	2.560,09
		Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 12,5 CV a 50Hz.	

Total cantidades	DOS MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS
------------------	--

2.4.11	h	Montaje de equipo de riego	16,80
		Montaje de equipo de riego por personal cualificado.	

Total cantidades	DIECISEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
------------------	---

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
SUBCAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN			
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.	847,00
		Total cantidades	OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON CERO CÉNTIMOS
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.	373,60
		Total cantidades	TRESCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con SEIS CÉNTIMOS.
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.	289,50
		Total cantidades	DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS on CINCUENTA CÉNTIMOS

PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1 PLANTACIÓN					
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.			
			20,99	47,60	999,12
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.			
			20,99	358,25	7.519,67
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.			
			20,99	23,00	482,77
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					9.001,56
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN.					
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.			
			5.247,00	0,70	3.672,90
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.			
			5.247,00	1,60	8.395,20
1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20 Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.			
			5.247,00	0,25	1.311,75

1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m			
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.			
			5.247,00	0,27	1.416,69
		TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			14.796,54
		TOTAL CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			23.798,10

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2. RIEGO					
SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1.1	m3	EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural. Incluye enterrado.			
			473,00	3,58	1.693,34
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					1.693,34
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS					
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados Manguera de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.			
			19.920,00	0,21	4.183,20
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			1.255,00	2,62	3.288,10
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			391,00	1,74	680,34
2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			78,00	1,80	140,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS					8.292,04

SUBCAPITULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.			
			6,00	48,99	293,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO					293,94

Subcapítulo 2.4 Equipo de riego y accesorios

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.			
			1,00	65,30	65,30
2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			1,00	4,50	4,50
2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			3,00	3,08	9,24
2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			6,00	2,85	17,10
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"			
			1,00	57,25	57,25
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.			
			1,00	295,60	295,60
2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.			
			1,00	167,24	167,24

2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas			
			3,00	4,26	12,78
2.4.10	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.			
			1,00	2.770,67	2.770,67
2.4.11	u	Electrobomba centrífuga sumergible . Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 12,5 CV a 50Hz.			
			1,00	2.560,09	2.560,09
2.4.12	h	Montaje de equipo de riego. Montaje de equipo de riego por personal cualificado.			
			19,50	16,80	327,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPOS DE RIEGO Y ACCESORIOS					6.287,37
TOTAL CAPÍTULO 2 RIEGO					16.566,69

PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN.					
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.			
			1,00	847,00	847,00
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.			
			1,00	373,60	373,60
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.			
			1,00	289,50	289,50
TOTAL CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN					1.510,10

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS
1	PLANTACIÓN	23.798,10
2	SISTEMA DE RIEGO	16.566,69
3	FERTRRIGACIÓN	1.510,10
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		41.874,89
13% Gastos generales		5.443,74
6% Beneficio Industrial		2.512,49
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL MAS G.G. Y B.I.		49.831,12
21% I.V.A.		10.464,54
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		60.295,66
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		60.295,66

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Sevilla, a 17 de julio de 2017.

El Promotor:

La dirección facultativa:

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.	47,60
			CUARENTA Y SIETE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
		Total cantidades	
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.	358,25
			TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
		Total cantidades	
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.	23,00
			VEINTITRÉS EUROS Y CERO CÉNTIMOS
		Total cantidades	
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.	0,70
			CERO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
		Total cantidades	
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.	1,60
			UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
		Total cantidades	

1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20	0,25
		Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m	0,27
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 2 SISTEMA DE RIEGO			
2.1.1	SUBCAPÍTULO 2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO		
		EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA	3,58
m3		Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural	
		Total cantidades	TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS			
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados	0,21
		Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm.	2,62
		Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	
		Total cantidades	DOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm.	1,74
		Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	
		Total cantidades	UN EURO CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	1,80
--------------	---	--	------

Total cantidades

UN EURO con OCHENTA
CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.	48,99
--------------	---	---	-------

Total cantidades

CUARENTA Y OCHO EUROS con
NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPO DE RIEGO Y ACCESORIOS

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.	65,30
--------------	---	--	-------

Total cantidades

SESENTA Y CINCO EUROS con
TRENTA CÉNTIMOS.

2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	4,50
--------------	---	--	------

Total cantidades

CUATRO EUROS con CINCUENTA
CÉNTIMOS

2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	3,08
--------------	---	--	------

Total cantidades

TRES EUROS con OCHO
CÉNTIMOS

2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	2,85
		Total cantidades	DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"	57,25
		Total cantidades	CINCuenta Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.	295,60
		Total cantidades	DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO con SESENTA CÉNTIMOS.
2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	167,24
		Total cantidades	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas	4,26
		Total cantidades	CUATRO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS
2.4.9	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.	2.770,67
		Total cantidades	DOS MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

2.4.10	u	Electrobomba centrífuga sumergible .	2.995,85
		Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 15 CV a 50Hz.	

Total cantidades	DOS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
------------------	--

2.4.11	h	Montaje de equipo de riego.	16,80
		Montaje de equipo de riego por personal cualificado.	

Total cantidades	DIECISEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
------------------	---

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
SUBCAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN			
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.	847,00
		Total cantidades	OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con CERO CÉNTIMOS
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.	373,60
		Total cantidades	TRESCIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.	289,50
		Total cantidades	DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1 PLANTACIÓN					
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.			
			20,99	47,60	999,12
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.			
			20,99	358,25	7.519,67
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.			
			20,99	23,00	482,77
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					9.001,56
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN					
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.			
			34.969,00	0,70	24.478,30
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.			
			34.969,00	1,60	55.950,40
1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20 Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.			
			34.969,00	0,25	8.742,25

1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m			
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.			
				34.969,00	0,27 9.441,63
		TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			98.612,58
		TOTAL CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			107.614,14

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2. RIEGO.					
2.1.1	SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
		EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA			
m3		Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural.			
			622,00	3,58	2.226,76
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					2.226,76
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS.					
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados			
		Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.			
			37.200,00	0,21	7.812,00
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm.			
		Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			1.265,00	2,62	3.314,30
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm.			
		Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			520,00	1,74	904,80
2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm.			
		Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			351,00	1,80	631,80
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS					12.662,90

SUBCAPITULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO.

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.			
			14,00	48,99	685,86
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO					685,86

SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPO DE RIEGO Y ACCESORIOS

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.			
			1,00	65,30	65,30
2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			6,00	4,50	27,00
2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			3,00	3,08	9,24
2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			12,00	2,85	34,20
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"			
			1,00	57,25	57,25
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.			
			1,00	295,60	295,60

2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.			
			1,00	167,24	167,24
2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas			
			6,00	4,26	25,56
2.4.9	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.			
			1,00	2.770,67	2.770,67
2.4.10	u	Electrobomba centrífuga sumergible . Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 15 CV a 50Hz.			
			1,00	2.995,85	2.995,85
2.4.11	h	Montaje de equipo de riego. Montaje de equipo de riego por personal cualificado.			
			29,50	16,80	495,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPOS DE RIEGO Y ACCESORIOS					6.943,51
TOTAL CAPÍTULO 2 RIEGO					22.519,03

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN.					
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.	1,00	847,00	847,00
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.	1,00	373,60	373,60
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.	1,00	289,50	289,50
TOTAL CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN					1.510,10

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS	%
1	PLANTACIÓN	107.614,14	81,75
2	SISTEMA DE RIEGO	22.519,03	17,11
3	FERTRRIGACIÓN	1.510,10	1,15

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL **131.643,27**

13% Gastos
generales 17.113,63
6% Beneficio
Industrial 7.898,60

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL MAS G.G. Y B.I. **156.655,49**

21% I.V.A. 32.897,65

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA **189.553,15**

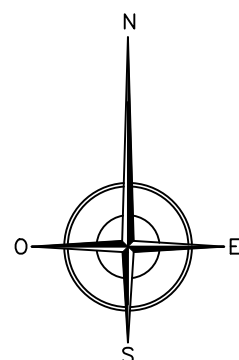
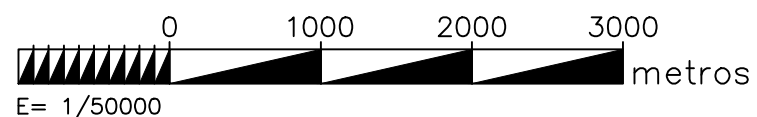
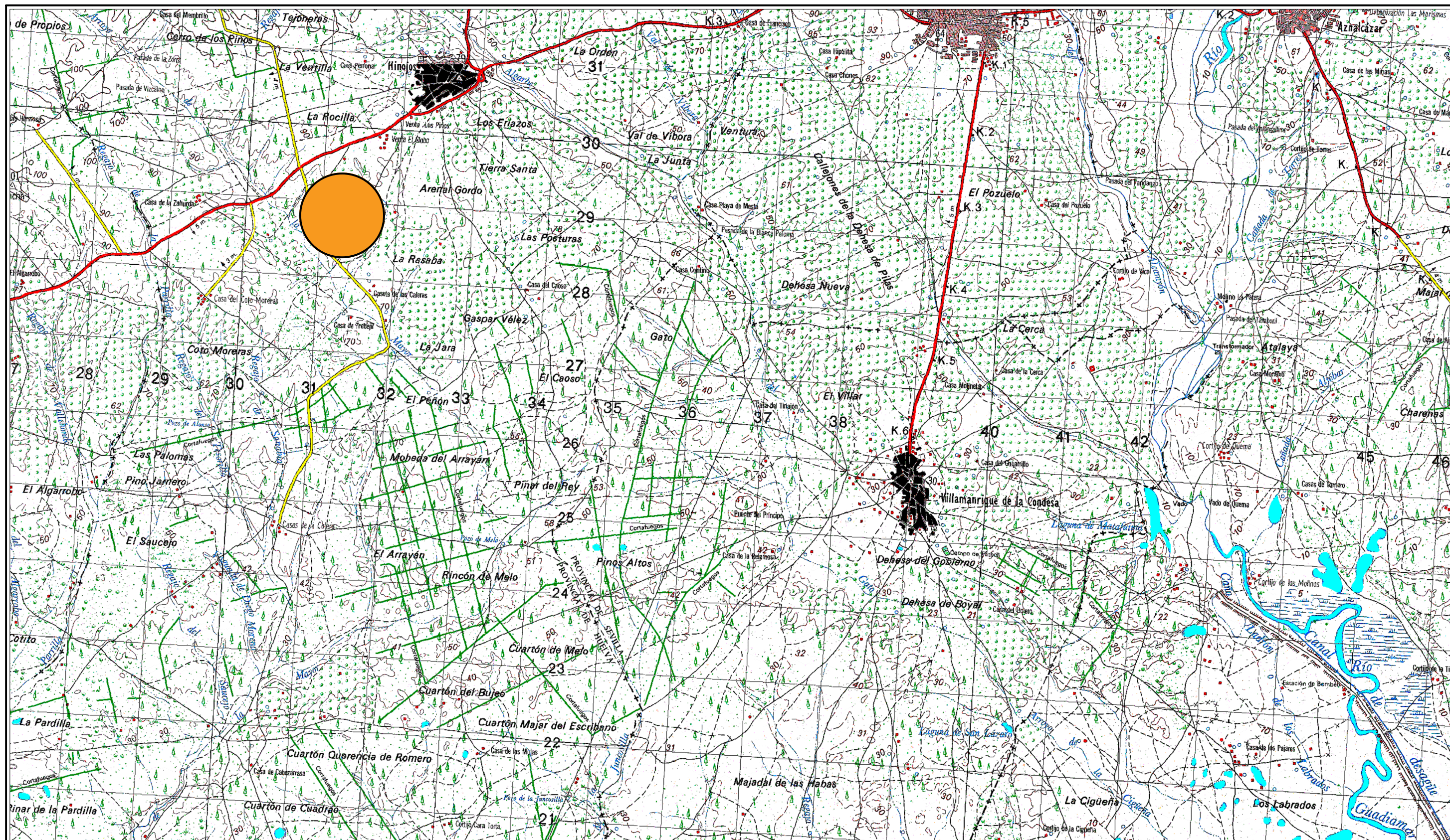
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL **189.553,15**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SIETE CÉNTIMOS.

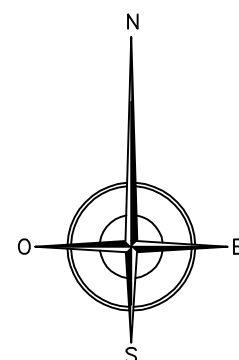
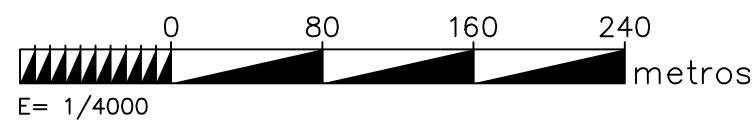
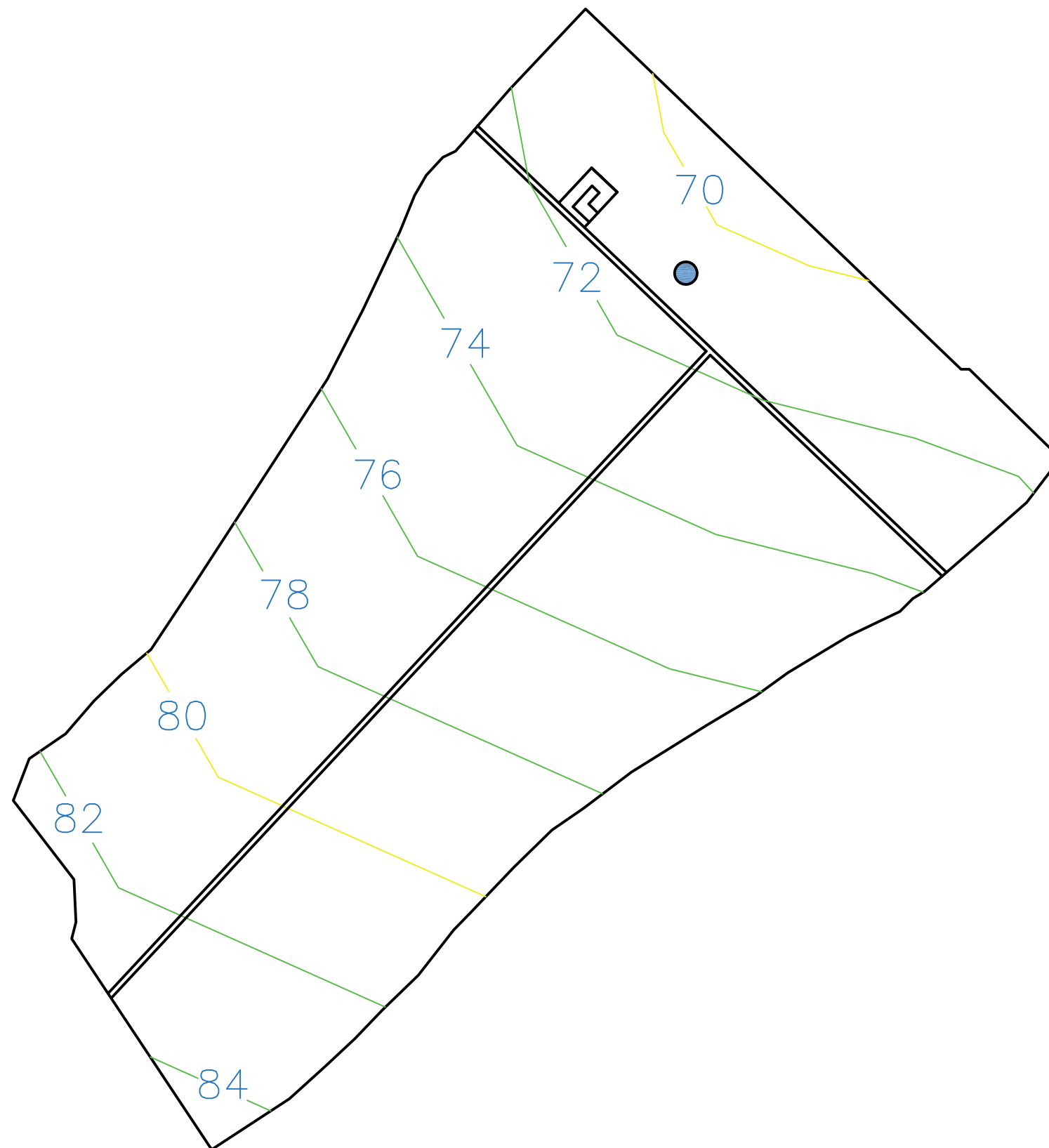
Sevilla, a 17 de julio de 2017.

El Promotor:

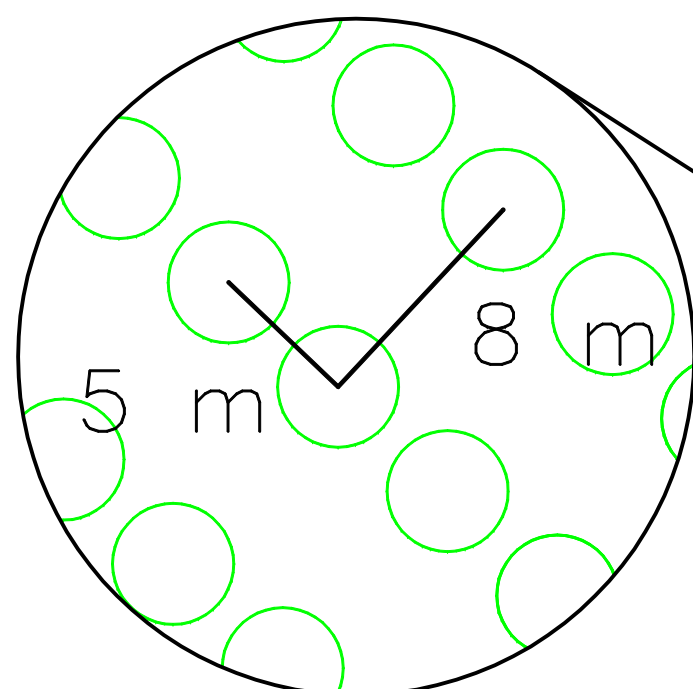
La dirección facultativa:



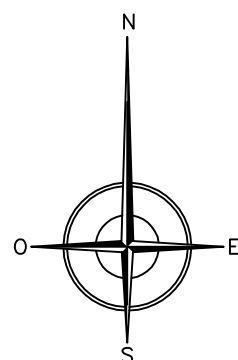
Fecha		Nº plano	Designación: Plano de Situación	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017				
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos				
Escala: 1/50.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo			Provincia: Huelva
				FIRMA:



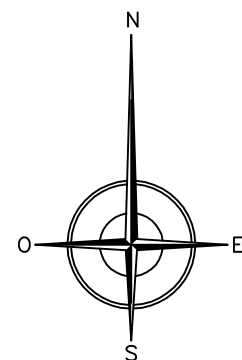
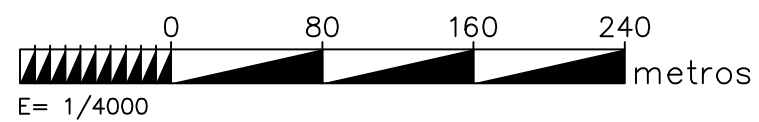
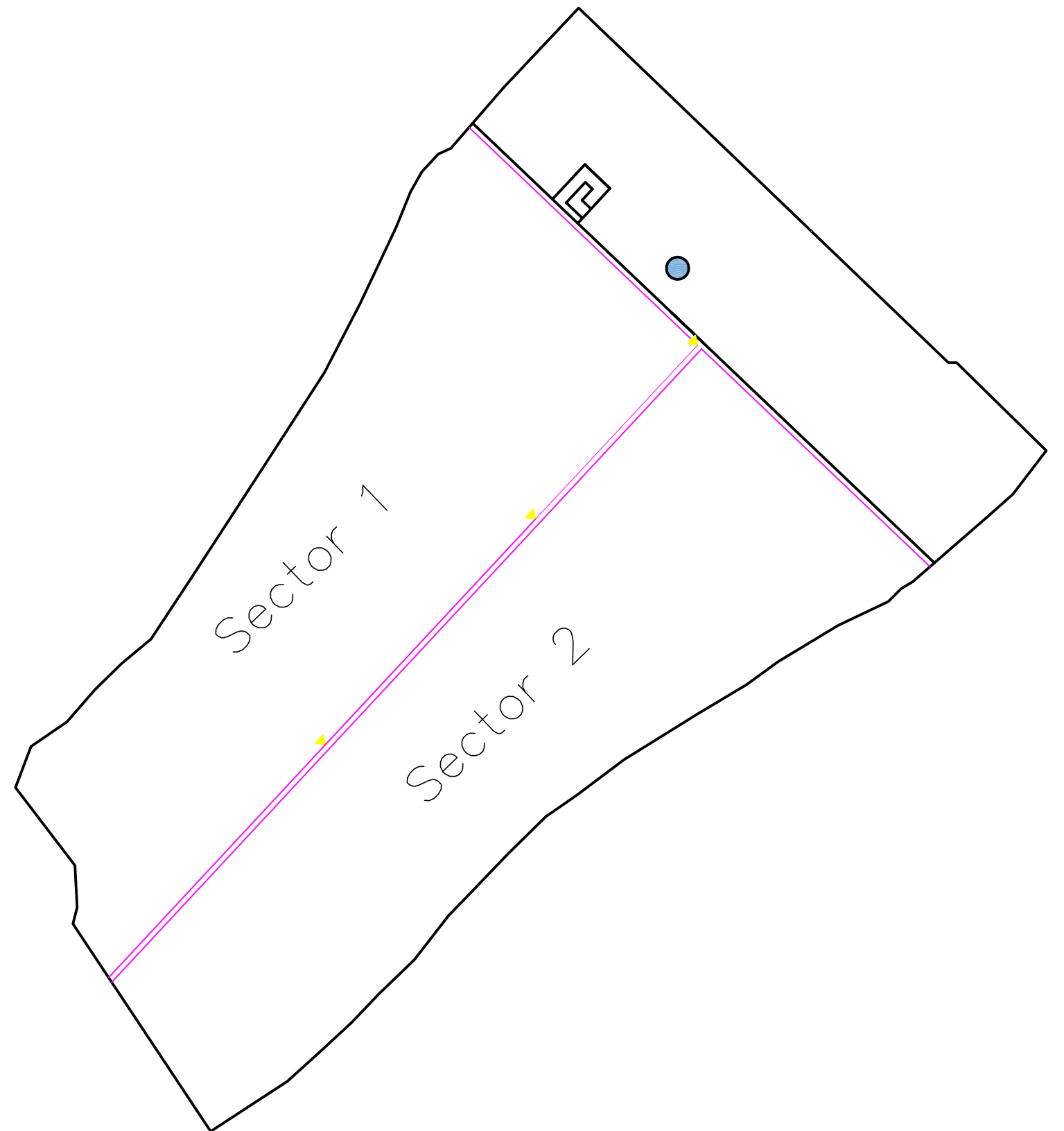
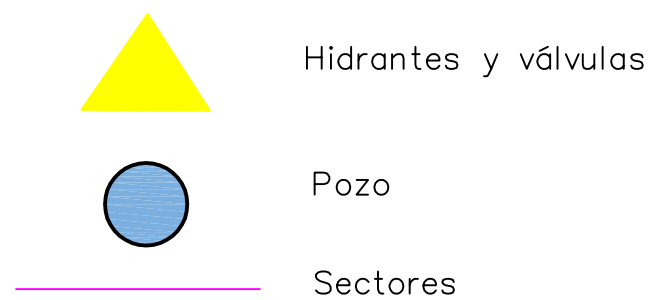
Fecha	Nº plano	Designación: Curvas de nivel	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	3/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo	Provincia: Huelva	
		FIRMA:	



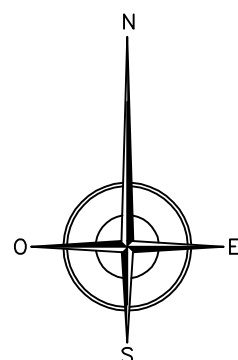
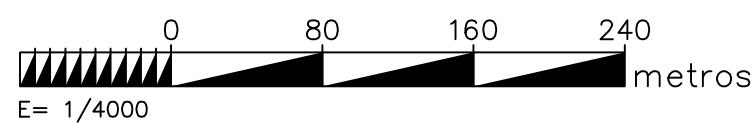
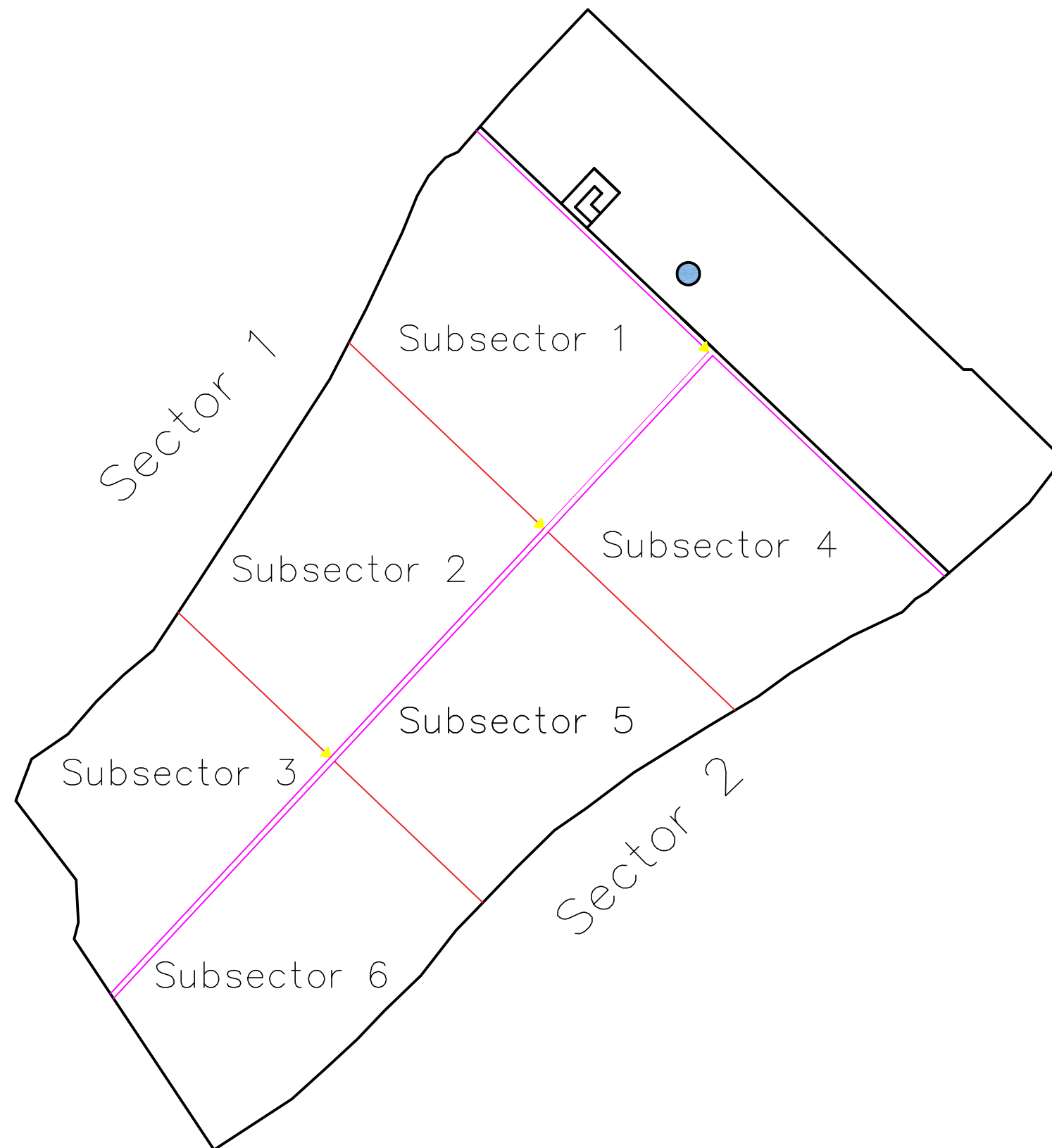
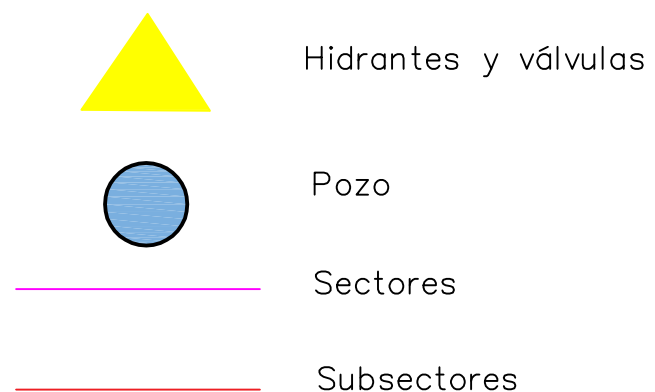
E: 1/250



Fecha	Nº plano	Designación:	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	4/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos		Plantación en sistema intensivo	
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:

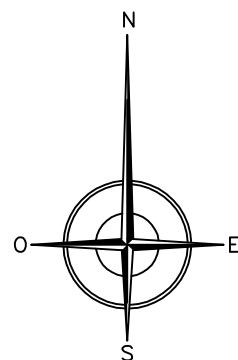
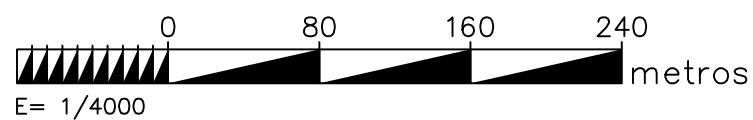
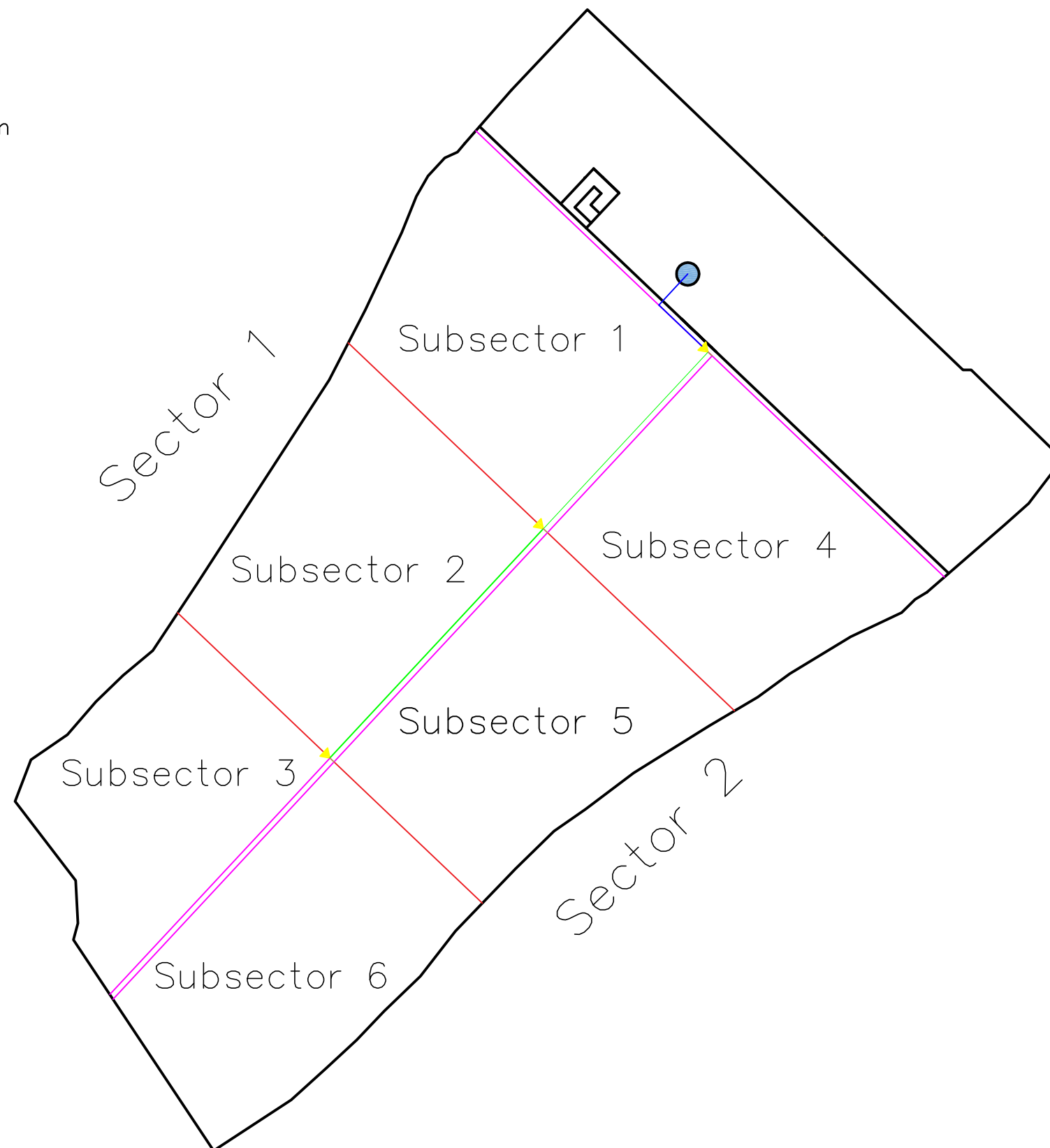


Fecha	Nº plano	Designación: Sectores de riego en sistema intensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	5/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:



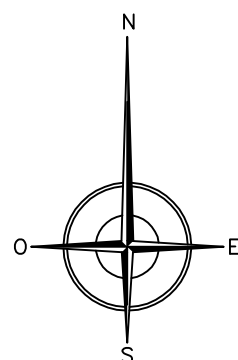
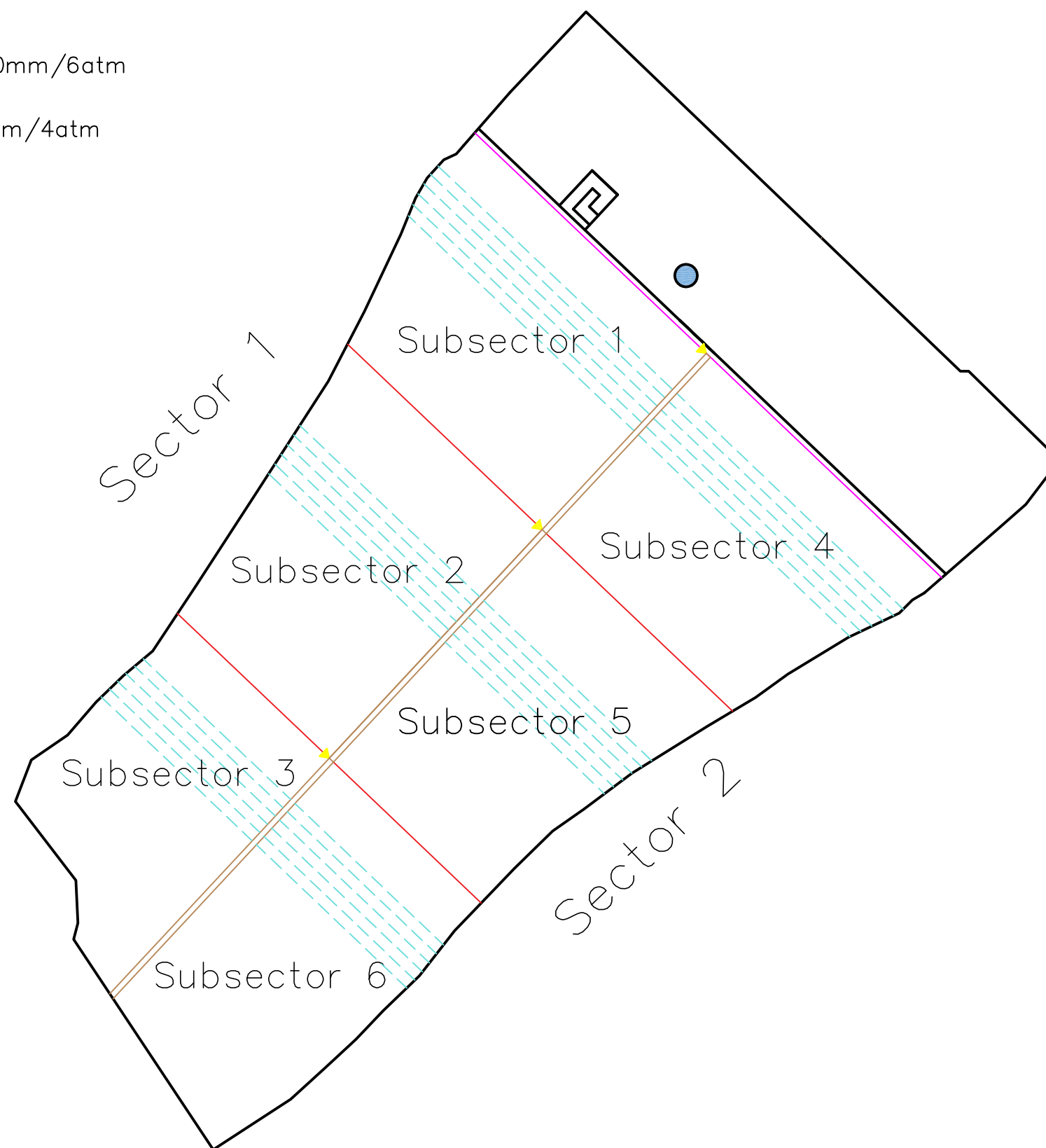
Fecha	Nº plano	Designación: Subsectores de riego en sistema intensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	6/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:

- Red primaria PVC 110mm/6atm
- Red secundaria pvc 90mm/6atm
- ▲ Hidrantes y válvulas
- Pozo
- Sectores
- Subsectores

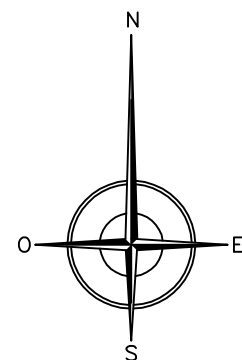
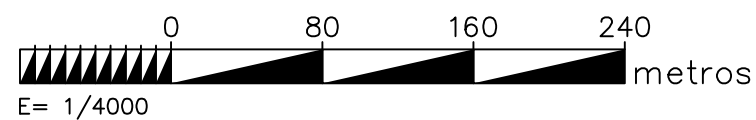
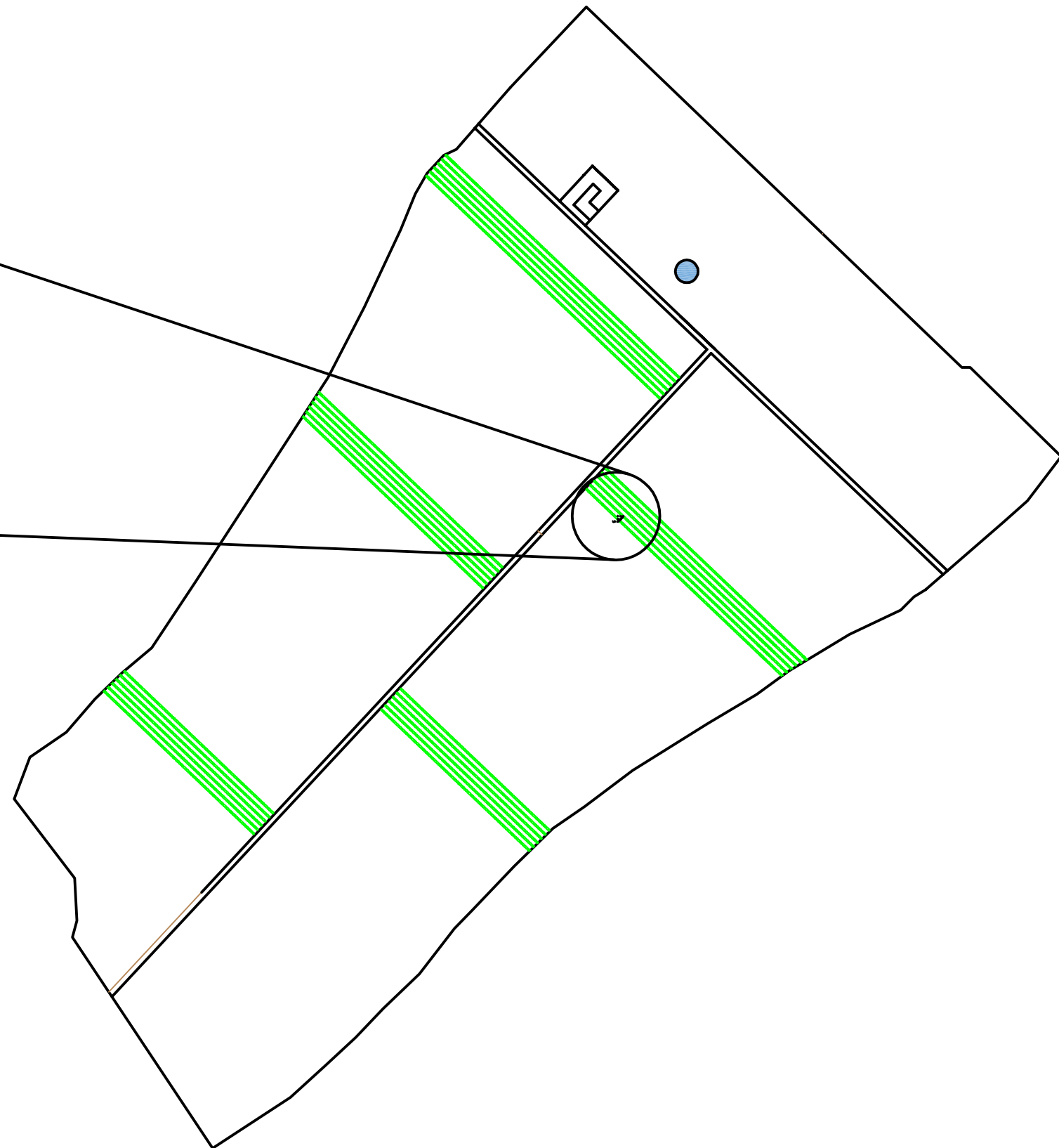
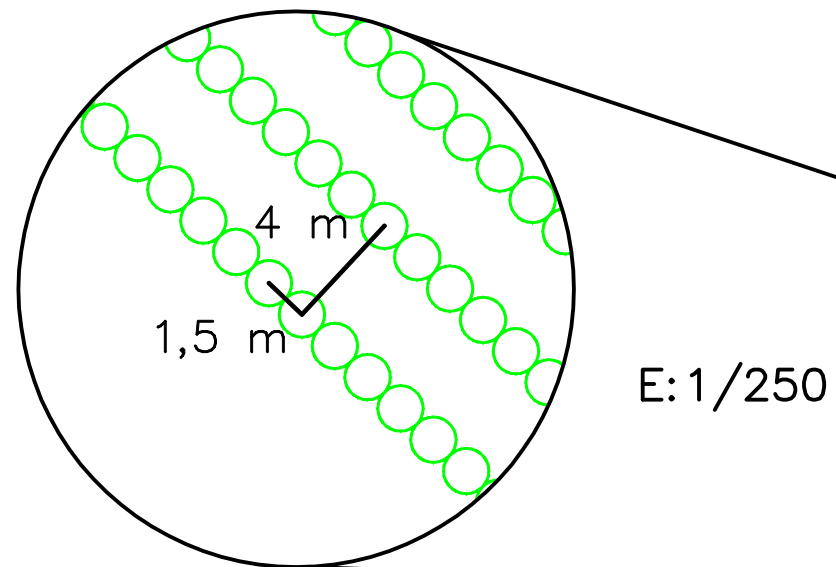


Fecha	Nº plano	Designación: Red de riego (red primaria y secundaria) en sistema intensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	7/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:

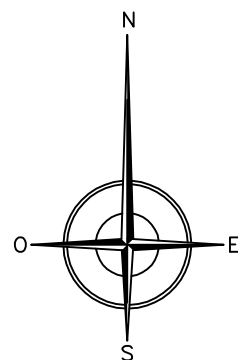
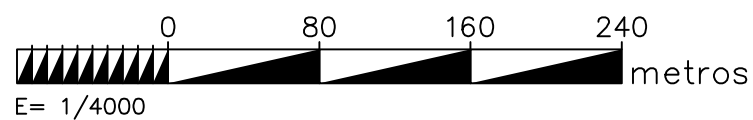
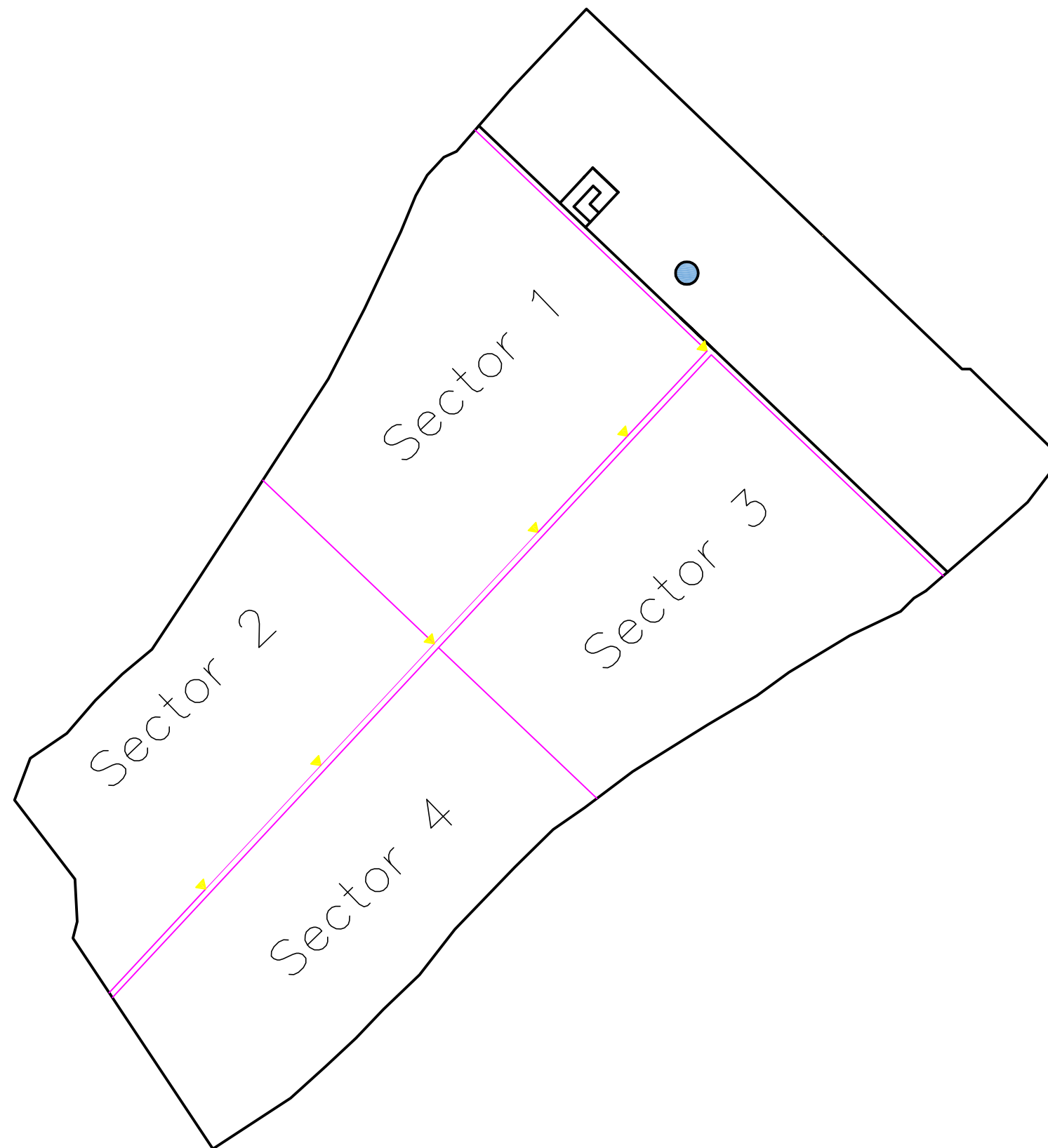
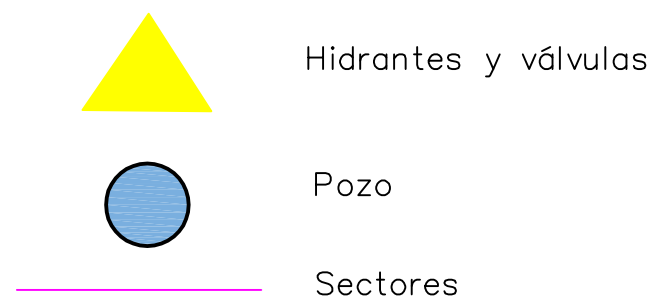
- Tubería portalaterales PEAD 110mm/6atm
- - - Tubería portagoteros PEBD 16mm/4atm
- ▲ Hidrantes y válvulas
- Pozo
- Sectores
- Subsectores



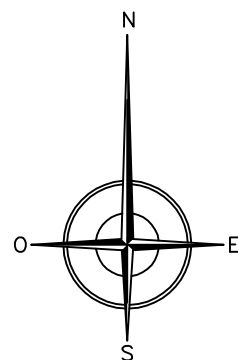
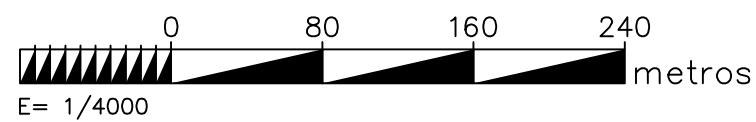
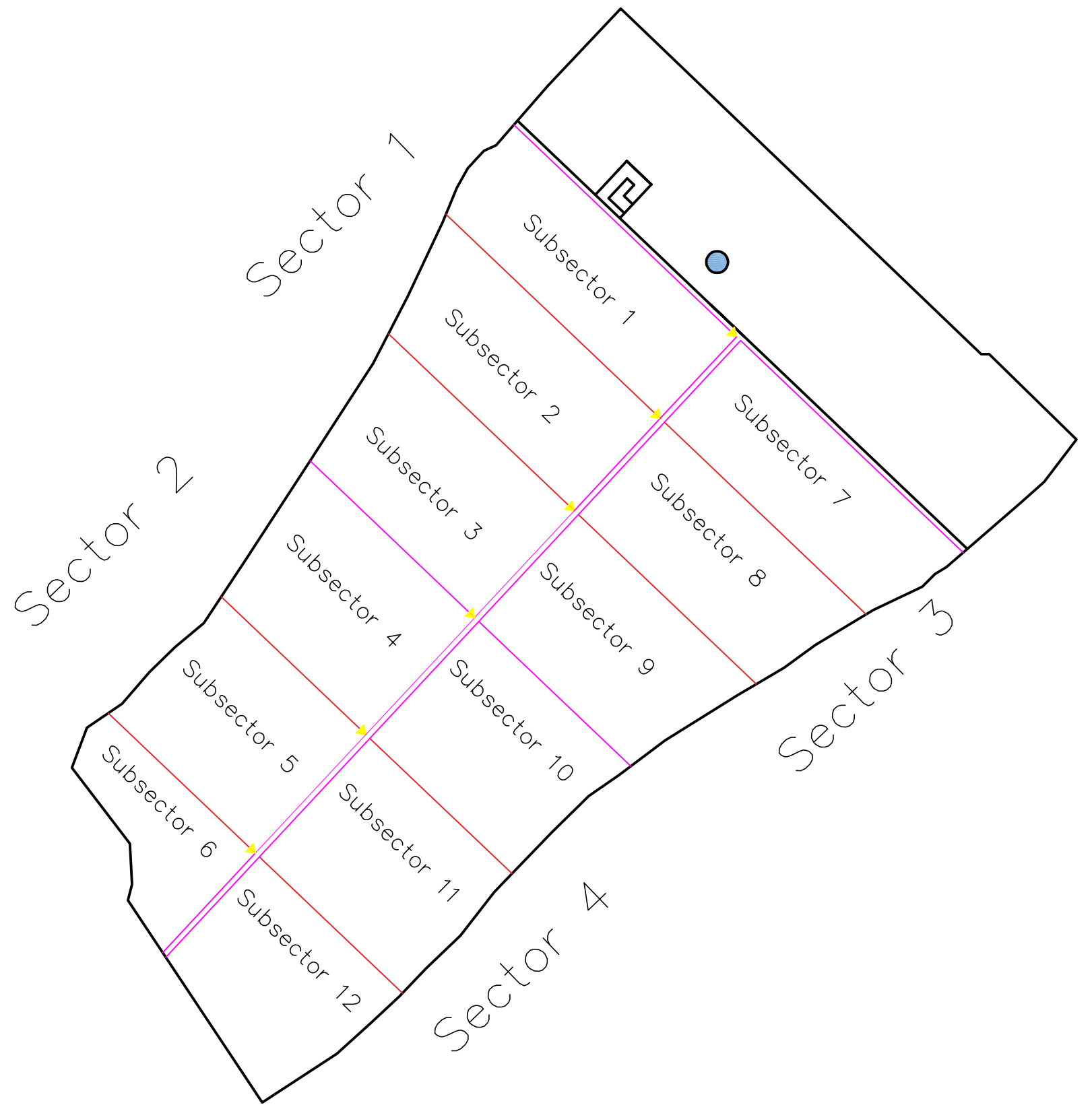
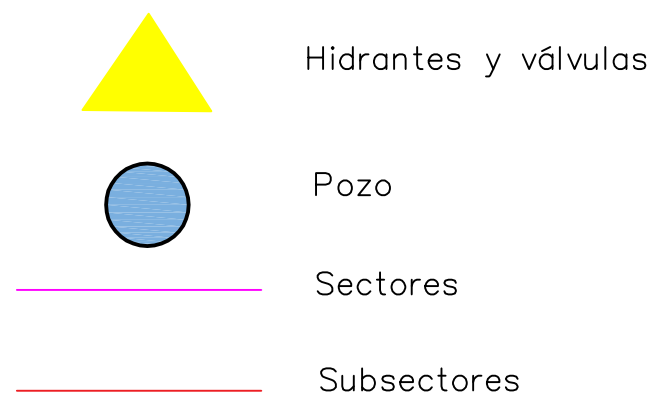
Fecha	Nº plano	Designación: Red de riego (portalaterales y portagoteros) en sistema intensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	8/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:



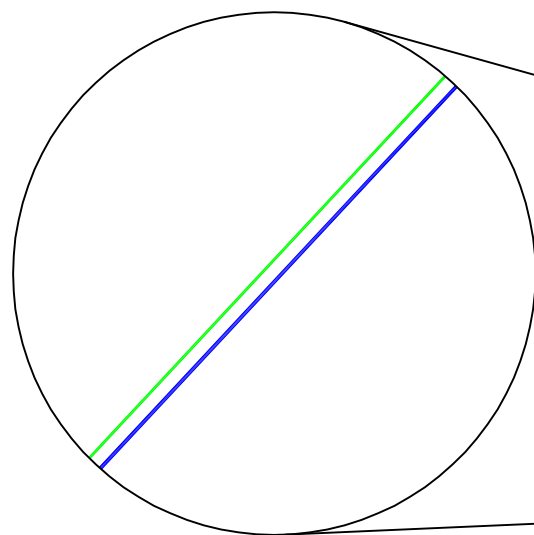
Fecha	Nº plano	Designación: Plantación en sistema superintensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	9/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos		Provincia: Huelva	FIRMA:
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		





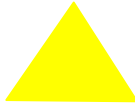



Fecha	Nº plano	Designación: Sectores de riego en sistema superintensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	10/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:

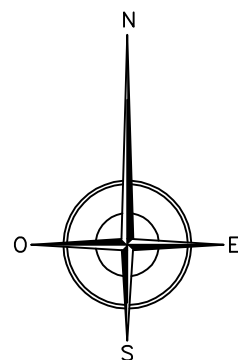
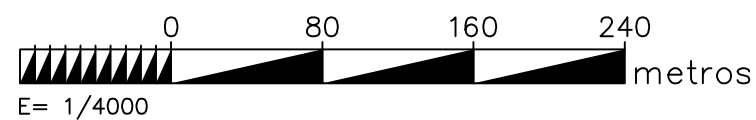
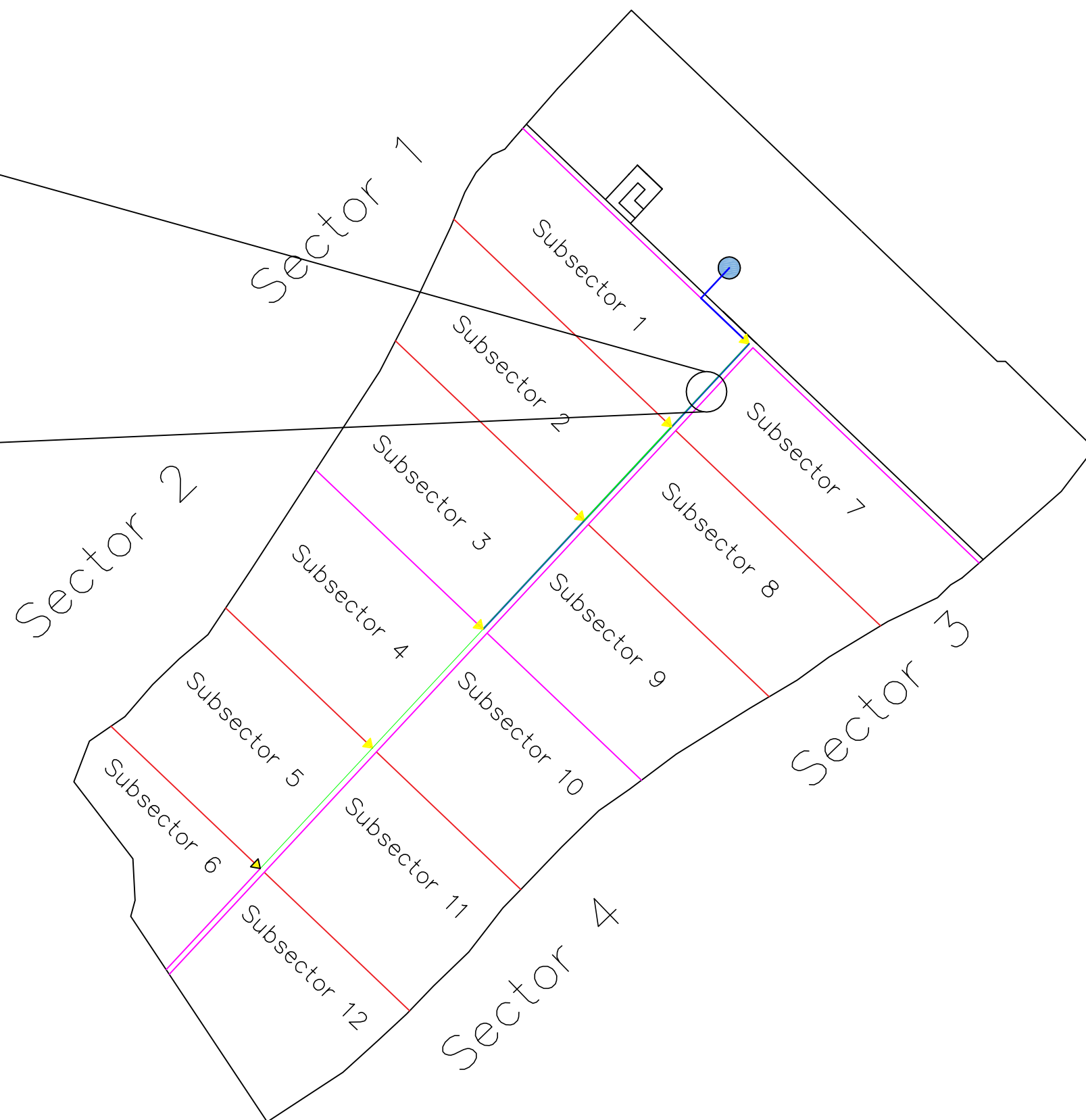


Fecha	Nº plano	Designación: Subsectores de riego en sistema superintensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	11/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos			
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		Provincia: Huelva
			FIRMA:



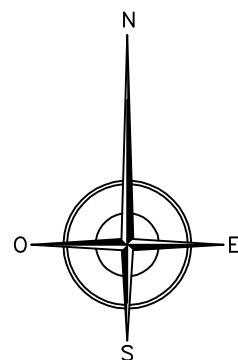
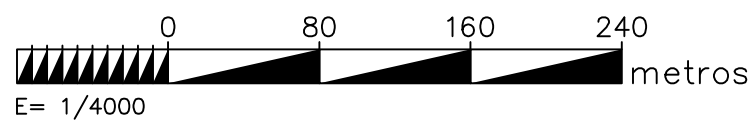
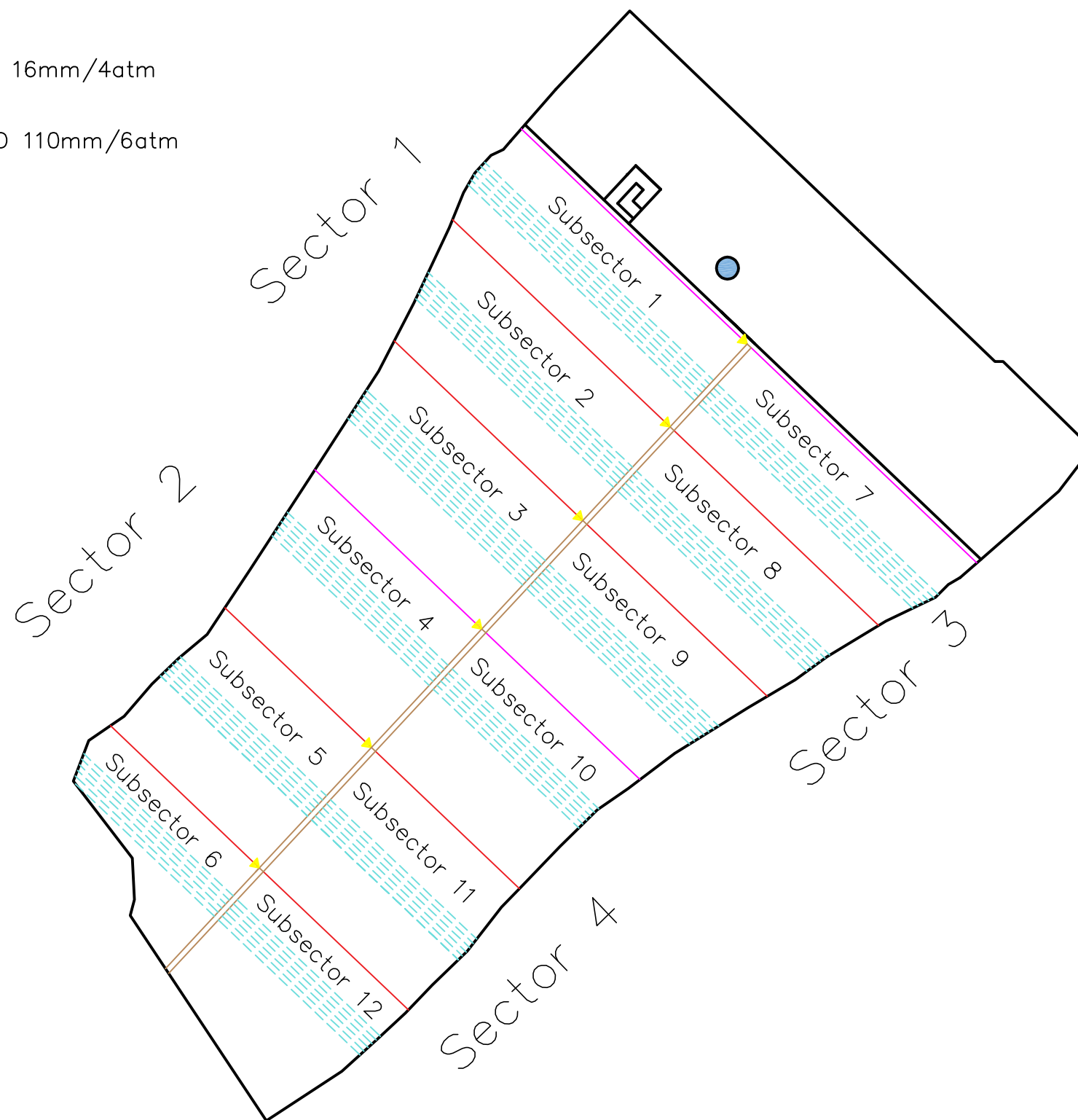
E=1/100

-  Red primaria PVC 110mm/6atm
-  Red secundaria PVC 90mm/6atm
-  Hidrantes y válvulas
-  Pozo
-  Sectores
-  Subsectores



Fecha	Nº plano	Designación: Red de riego (red primaria y secundaria) Detalle de confluencia de tuberías. sistema superintensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	12/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos		Provincia: Huelva	FIRMA:
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		

- Tubería portagoteros PEBD 16mm/4atm
- - - Tubería portalaterales PEAD 110mm/6atm
- ▲ Hidrantes y válvulas
- Pozo
- Sectores
- Subsectores



Fecha	Nº plano	Designación: Red de riego (Portalaterales y portagoteros) en sistema superintensivo	E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla
15/07/2017	13/13		
El Ing.T.Ag: Adrián Ramírez Santos		Provincia: Huelva	FIRMA:
Escala: 1/4.000	Proyecto de plantación de 20,99 ha de olivar en riego por goteo en la finca "Las Animas" en el T.M. de hinojos. Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo		

Documento nº 4: Presupuesto

Índice

Sistema intensivo

Cuadro de precios unitarios	224
Capítulo 1 Plantación	224
Capítulo 2 Sistema de riego.....	226
Capítulo 1 Fertirrigación.....	230
Presupuestos y mediciones	232
Capítulo 1 Plantación	232
Capítulo 2 Sistema de riego.....	234
Capítulo 1 Fertirrigación.....	238
Resumen del presupuesto.....	240

Sistema superintensivo

Cuadro de precios unitarios	242
Capítulo 1 Plantación	242
Capítulo 2 Sistema de riego.....	244
Capítulo 1 Fertirrigación.....	248
Presupuestos y mediciones	250
Capítulo 1 Plantación	250
Capítulo 2 Sistema de riego.....	252
Capítulo 1 Fertirrigación.....	256
Resumen del presupuesto.....	258

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.	47,60
		Total cantidades	CUARENTA Y SIETE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.	358,25
		Total cantidades	TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.	23,00
		Total cantidades	VEINTITRÉS EUROS Y CERO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.	0,70
		Total cantidades	CERO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.	1,60
		Total cantidades	UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20	0,25
		Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m	0,27
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 2 SISTEMA DE RIEGO			
2.1.1 SUBCAPÍTULO 2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
m3		EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural	3,58
	Total cantidades		TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS			
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.	0,21
	Total cantidades		CERO EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	2,62
	Total cantidades		DOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	1,74
	Total cantidades		UN EURO con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	1,80
--------------	---	--	------

Total cantidades

UN EURO con OCHENTA
CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.	48,99
--------------	---	---	-------

Total cantidades

CUARENTA Y OCHO EUROS con
NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPO DE RIEGO Y ACCESORIOS

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.	65,30
--------------	---	--	-------

Total cantidades

SESENTA Y CINCO EUROS con
TRENTA CÉNTIMOS.

2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	4,50
--------------	---	--	------

Total cantidades

CUATRO EUROS con CINCUENTA
CÉNTIMOS

2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	3,08
--------------	---	--	------

Total cantidades

TRES EUROS con OCHO
CÉNTIMOS

2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	2,85
		Total cantidades	DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"	57,25
		Total cantidades	CINCuenta Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.	295,60
		Total cantidades	DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO con SESENTA CÉNTIMOS.
2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	167,24
		Total cantidades	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas	4,26
		Total cantidades	CUATRO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS
2.4.9	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.	2.770,67
		Total cantidades	DOS MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

2.4.10	u	Electrobomba centrífuga sumergible	2.560,09
		Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 12,5 CV a 50Hz.	

Total cantidades	DOS MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS
------------------	--

2.4.11	h	Montaje de equipo de riego	16,80
		Montaje de equipo de riego por personal cualificado.	

Total cantidades	DIECISEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
------------------	---

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
SUBCAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN			
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.	847,00
		Total cantidades	OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON CERO CÉNTIMOS
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.	373,60
		Total cantidades	TRESCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con SEIS CÉNTIMOS.
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.	289,50
		Total cantidades	DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS on CINCUENTA CÉNTIMOS

PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1 PLANTACIÓN					
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.			
			20,99	47,60	999,12
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.			
			20,99	358,25	7.519,67
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.			
			20,99	23,00	482,77
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					9.001,56
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN.					
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.			
			5.247,00	0,70	3.672,90
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.			
			5.247,00	1,60	8.395,20
1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20 Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.			
			5.247,00	0,25	1.311,75

1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m			
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.			
			5.247,00	0,27	1.416,69
		TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			14.796,54
		TOTAL CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			23.798,10

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2. RIEGO					
SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1.1	m3	EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural. Incluye enterrado.			
			473,00	3,58	1.693,34
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					1.693,34
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS					
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados Manguera de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.			
			19.920,00	0,21	4.183,20
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			1.255,00	2,62	3.288,10
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			391,00	1,74	680,34
2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			78,00	1,80	140,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS					8.292,04

SUBCAPITULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.			
			6,00	48,99	293,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO					293,94

Subcapítulo 2.4 Equipo de riego y accesorios

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.			
			1,00	65,30	65,30
2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			1,00	4,50	4,50
2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			3,00	3,08	9,24
2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			6,00	2,85	17,10
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"			
			1,00	57,25	57,25
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.			
			1,00	295,60	295,60
2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.			
			1,00	167,24	167,24

2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas			
			3,00	4,26	12,78
2.4.10	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.			
			1,00	2.770,67	2.770,67
2.4.11	u	Electrobomba centrífuga sumergible . Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 12,5 CV a 50Hz.			
			1,00	2.560,09	2.560,09
2.4.12	h	Montaje de equipo de riego. Montaje de equipo de riego por personal cualificado.			
			19,50	16,80	327,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPOS DE RIEGO Y ACCESORIOS					6.287,37
TOTAL CAPÍTULO 2 RIEGO					16.566,69

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN.					
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.			
			1,00	847,00	847,00
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.			
			1,00	373,60	373,60
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.			
			1,00	289,50	289,50
TOTAL CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN					1.510,10

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS
1	PLANTACIÓN	23.798,10
2	SISTEMA DE RIEGO	16.566,69
3	FERTRRIGACIÓN	1.510,10
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		41.874,89
	13% Gastos generales	5.443,74
	6% Beneficio Industrial	2.512,49
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL MAS G.G. Y B.I.		49.831,12
	21% I.V.A.	10.464,54
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		60.295,66
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		60.295,66

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Sevilla, a 17 de julio de 2017.

El Promotor:

La dirección facultativa:

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO			
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.	47,60
			CUARENTA Y SIETE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
		Total cantidades	
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.	358,25
			TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
		Total cantidades	
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.	23,00
			VEINTITRÉS EUROS Y CERO CÉNTIMOS
		Total cantidades	
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.	0,70
			CERO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS
		Total cantidades	
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.	1,60
			UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
		Total cantidades	

1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20	0,25
		Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m	0,27
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.	
		Total cantidades	CERO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
CAPÍTULO 2 SISTEMA DE RIEGO			
2.1.1	SUBCAPÍTULO 2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO		
		EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA	3,58
m3		Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural	
	Total cantidades		TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS			
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados	0,21
		Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.	
	Total cantidades		CERO EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm.	2,62
		Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	
	Total cantidades		DOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm.	1,74
		Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	
	Total cantidades		UN EURO CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.	1,80
--------------	---	--	------

Total cantidades

UN EURO con OCHENTA
CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.	48,99
--------------	---	---	-------

Total cantidades

CUARENTA Y OCHO EUROS con
NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPO DE RIEGO Y ACCESORIOS

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.	65,30
--------------	---	--	-------

Total cantidades

SESENTA Y CINCO EUROS con
TRENTA CÉNTIMOS.

2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	4,50
--------------	---	--	------

Total cantidades

CUATRO EUROS con CINCUENTA
CÉNTIMOS

2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	3,08
--------------	---	--	------

Total cantidades

TRES EUROS con OCHO
CÉNTIMOS

2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.	2,85
		Total cantidades	DOS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"	57,25
		Total cantidades	CINCUENTA Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.	295,60
		Total cantidades	DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO con SESENTA CÉNTIMOS.
2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	167,24
		Total cantidades	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas	4,26
		Total cantidades	CUATRO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS
2.4.9	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.	2.770,67
		Total cantidades	DOS MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

2.4.10	u	Electrobomba centrífuga sumergible .	2.995,85
		Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 15 CV a 50Hz.	

Total cantidades	DOS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
------------------	--

2.4.11	h	Montaje de equipo de riego.	16,80
		Montaje de equipo de riego por personal cualificado.	

Total cantidades	DIECISEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
------------------	---

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	Precio
SUBCAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN			
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.	847,00
		Total cantidades	OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con CERO CÉNTIMOS
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.	373,60
		Total cantidades	TRESCIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.	289,50
		Total cantidades	DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1 PLANTACIÓN					
SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					
1.1.1	ha	Pase de subsolador Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 0,75m de profundidad, con la finalidad de eliminar capas impermeables.			
			20,99	47,60	999,12
1.1.2	ha	Estercolado Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.			
			20,99	358,25	7.519,67
1.1.3	ha	Pase de cultivador Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.			
			20,99	23,00	482,77
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO					9.001,56
SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN					
1.2.1	u	Plantación del olivo Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.			
			34.969,00	0,70	24.478,30
1.2.2	u	Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m Plantón de olivo de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.			
			34.969,00	1,60	55.950,40
1.2.3	u	Protector de olivos negro G/1000 60x20 Protector de plástico para olivos fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.			
			34.969,00	0,25	8.742,25

1.2.4	u	Tutor de madera de eucalipto de 1,00m			
		Tutor de eucalipto de 1,00m de altos y 30/42mm de diámetro.			
				34.969,00	0,27 9.441,63
		TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 IMPLANTACIÓN DE LA PLANTACIÓN			98.612,58
		TOTAL CAPÍTULO 1 PLANTACIÓN			107.614,14

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2. RIEGO.					
2.1.1	SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
		EXCAVACIÓN APERTURA DE CAJA, TIERRAS DE CONSIST. MEDIA			
m3		Excavación en apertura de caja, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural.			
			622,00	3,58	2.226,76
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					2.226,76
SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS.					
2.2.1	m	Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados			
		Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. Con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.			
			37.200,00	0,21	7.812,00
2.2.2	m	Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm.			
		Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			1.265,00	2,62	3.314,30
2.2.3	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm.			
		Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			520,00	1,74	904,80
2.2.4	m	Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm.			
		Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.			
			351,00	1,80	631,80
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 TUBERÍAS					12.662,90

SUBCAPITULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO.

2.3.1	u	Electroválvula Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.			
			14,00	48,99	685,86
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 UNIDADES DE RIEGO					685,86

SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPO DE RIEGO Y ACCESORIOS

2.4.1	u	Válvula de retención de 110 mm de diámetro nominal. Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.			
			1,00	65,30	65,30
2.4.2	u	Codo 90º de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			6,00	4,50	27,00
2.4.3	u	Codo 90º de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90º, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			3,00	3,08	9,24
2.4.4	u	T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.			
			12,00	2,85	34,20
2.4.5	u	Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"			
			1,00	57,25	57,25
2.4.6	u	Filtro de malla de 200 micras autolimpiante Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable.			
			1,00	295,60	295,60

2.4.7	u	Programador electrónico Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.			
			1,00	167,24	167,24
2.4.8	u	Arqueta de riego Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de electroválvulas			
			6,00	4,26	25,56
2.4.9	u	Caseta prefabricada. Suministro e instalación de caseta prefabricada de hormigón de 3,00x2,50x2,50 m.			
			1,00	2.770,67	2.770,67
2.4.10	u	Electrobomba centrífuga sumergible . Electrobomba centrífuga sumergible, construida en acero Inoxidable AISI 304, de 15 CV a 50Hz.			
			1,00	2.995,85	2.995,85
2.4.11	h	Montaje de equipo de riego. Montaje de equipo de riego por personal cualificado.			
			29,50	16,80	495,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 EQUIPOS DE RIEGO Y ACCESORIOS					6.943,51
TOTAL CAPÍTULO 2 RIEGO					22.519,03

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN.					
3.1	u	Bomba dosificadora Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.			
			1,00	847,00	847,00
3.2	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.			
			1,00	373,60	373,60
3.3	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 500 L.			
			1,00	289,50	289,50
TOTAL CAPÍTULO 3 FERTIRRIGACIÓN					1.510,10

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	EUROS	%
1	PLANTACIÓN	107.614,14	81,75
2	SISTEMA DE RIEGO	22.519,03	17,11
3	FERTRRIGACIÓN	1.510,10	1,15

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL **131.643,27**

13% Gastos
generales 17.113,63
6% Beneficio
Industrial 7.898,60

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL MAS G.G. Y B.I. **156.655,49**

21% I.V.A. 32.897,65

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA **189.553,15**

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL **189.553,15**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SIETE CÉNTIMOS.

Sevilla, a 17 de julio de 2017.

El Promotor:

La dirección facultativa: